

Japanese Patent Application No. 2002-560079

Application date : January 25, 2002

Applicant : Fujitsu Limited

22141 U.S. PTO

10/763338



012604

Title : INFORMATION READING METHOD, INFORMATION READING

5 APPARATUS, SIGNAL CAPTURING METHOD IN INFORMATION READING  
APPARATUS, BAND LIMITING METHOD, TIMING POINT AMPLITUDE  
EXTRACTING METHOD, SIGNAL PROCESSING METHOD, READ SIGNAL  
PROCESSING UNIT, READ SIGNAL PROCESSING METHOD, AND READ  
SIGNAL PROCESSING UNIT

10

[Type of Document] ABSTRACT

[Abstract]

[Object] To improve S/N and reading resolution of a read signal while a scale  
of a hardware or its price is suppressed, and improve reading accuracy when a  
15 reading depth is enlarged or an uneven portion or blur is present on a reading  
surface.

[Means] A signal including binary information having a predetermined  
information length arranged one-dimensionally is captured from a medium 1,  
information relating to a basic unit length in the information length of the binary  
20 information is extracted from the captured signal, and a ratio of the information  
length of the binary information is read from the captured signal based on the  
extracted basic unit length information.

[Selected Figure] Fig. 1

25

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fig. 1

- 1A OPTICAL SCANNER
  - 1B ANALOG PROCESSOR
  - 1b LIGHT RECEIVING SECTION
  - 5 1c AMPLIFIER
  - 1d AD CONVERTER
  - 1e CUTTING-OUT SECTION
  - 1f APPLICATION TYPE BAND LIMIT DIFFERENTIATING SECTION
  - 1g MODULE FREQUENCY EXTRACTION
  - 10 1h BAND LIMIT DIFFERENTIATING PROCESS
  - 1h' DECIMATION
  - 1i AMPLITUDE AT EVERY MODULE POINT EXTRACTING SECTION
  - 1j MODULE TIMING SIGNAL EXTRACTION
  - 1k AMPLITUDE EXTRACTION
  - 15 1l TERNARY CODING SECTION
  - 1m MODULE NUMBER CALCULATION
  - 1n CHARACTER CONSTITUTION CHECK
- TERNARY PATTERN ACCORDING TO MODULE TIMING
- BARCODE CHARACTER (1w)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

【書類名】	特許願	Application No. 2002-560079 Application Date: Jan. 25, 2002
【整理番号】	0152312	
【提出日】	平成14年 1月25日	
【あて先】	特許庁長官殿	
【国際特許分類】	G06K 7/00	
【発明の名称】	情報読取の方法および装置、情報読取装置の信号取込方法、帯域制限処理方法、タイミング点振幅抽出方法および信号処理方法、読取信号処理ユニットならびに読取信号の処理方法および処理装置	
【請求項の数】	66	
【発明者】		
【住所又は居所】	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内	
【氏名】	岩口 功	
【発明者】		
【住所又は居所】	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内	
【氏名】	加來 尚	
【発明者】		
【住所又は居所】	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内	
【氏名】	村田 博康	
【発明者】		
【住所又は居所】	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内	
【氏名】	山崎 行造	
【発明者】		
【住所又は居所】	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内	
【氏名】	大川 正徳	
【発明者】		
【住所又は居所】	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内	
【氏名】	渡辺 光雄	
【発明者】		
【住所又は居所】	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内	
【氏名】	宮澤 秀夫	
【特許出願人】		
【識別番号】	000005223	
【氏名又は名称】	富士通株式会社	
【代理人】		
【識別番号】	100092978	
【弁理士】		
【氏名又は名称】	真田 有	
【電話番号】	0422-21-4222	
【提出物件の目録】		
【物件名】	明細書 1	
【物件名】	図面 1	
【物件名】	要約書 1	
【ブルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 情報読取の方法および装置、情報読取装置の信号取込方法、帯域制限処理方法、タイミング点振幅抽出方法および信号処理方法、読取信号処理ユニットならびに読取信号の処理方法および処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 媒体から、所定の情報長を有して1次元配置された二値化情報を含む信号を取り込み、  
前記取込信号から前記二値化情報の情報長における基本単位長に関する情報を抽出し、  
前記抽出された基本単位長情報に基づいて、前記二値化情報の情報長の比を読み取ることを特徴とする、情報読取方法。

【請求項2】 前記基本単位長情報を、基本単位長に相当する基本周波数情報として抽出し、前記抽出された基本周波数情報に基づいて、前記取込信号について帯域制限処理を施した後、前記二値化情報の情報長の比を読み取ることを特徴とする、請求の範囲第1項記載の情報読取方法。

【請求項3】 前記取込信号に同期し且つ前記基本単位長に相当する基本周波数を有する周期信号を生成することにより、前記基本単位長情報を抽出することを特徴とする、請求の範囲第2項記載の情報読取方法。

【請求項4】 媒体から所定の情報長を有して配置された二値化情報を含む信号を取り込む信号取込部と、

前記取込信号から前記二値化情報の情報長における基本単位長に相当する基本周波数を抽出する基本周波数抽出部と、

前記抽出された基本周波数情報に基づいて前記取込信号の周波数帯域を制限する帯域制限部と、

前記の取込信号と基本周波数情報とに基づき前記取込信号に同期し且つ前記基本周波数を有するタイミング点を抽出するタイミング点抽出部と、

該タイミング点抽出部にて抽出されたタイミング点に従って前記帯域制限部からの信号の振幅値を抽出する振幅抽出部と、

該振幅抽出部にて抽出された前記タイミング点に従った振幅値を三値化データとして導出する三値化部と、

該三値化部にて導出された三値化データから前記二値化情報の情報長の比を計算により読み取る読取部とをそなえて構成されたことを特徴とする、情報読取装置。

【請求項5】 該信号取込部が、入射される光を受光し前記受光された光に基づく電気信号に変換する光電変換部と、該光電変換部からの電気信号が前記媒体から反射された反射光について電気信号に変換されたものであるか否かを判定する判定部と、該判定部からの判定結果に基づき前記反射光について電気信号に変換されたものであると判定された信号成分については前記取込信号として取り込む一方前記反射光以外の光について電気信号に変換されたものであると判定された場合には前記取込信号として取り込む対象から除外するゲート部とをそなえて構成されたことを特徴とする、請求の範囲第4項記載の情報読取装置。

【請求項6】 該判定部が、該光電変換部からの電気信号についてアナログ信号からデジタル信号に変換されたものを入力されて、前記媒体から反射された反射光について電気信号に変換されたものであるか否かを前記デジタル信号に基づき判定すべく構成されたことを特徴とする、請求の範囲第5項記載の情報読取装置。

【請求項7】 白色領域および黒色領域の幅長データを情報要素とし上記の白色領域と黒色領域とが交互に配置されて所定組の情報要素を有するデータ群が表現される標識が記録された媒体から、前記データ群の情報を前記各幅長データ間の整数比として読み取る情報読取装置であって、

前記媒体に記録された標識に表されるデータ群を、所定の速度で走査された光の前記媒体に対する反射光の強弱を前記走査方向に応じたアナログ信号として検

(2)

出するとともに、前記連続信号を所定のサンプリング周波数でサンプリングすることによりデジタル信号として取り込む信号取込部と、

前記のデジタル信号としての取込信号から前記の白色領域または黒色領域の幅における基本単位長に相当する基本周波数を抽出する基本周波数抽出部と、

前記抽出された基本周波数情報に基づいて前記取込信号の周波数帯域を制限する帯域制限部と、

前記の取込信号と基本周波数情報とに基づき前記取込信号に同期し且つ前記基本周波数を有するタイミング点を抽出するタイミング点抽出部と、

該タイミング点抽出部にて抽出されたタイミング点に従って該帯域制限部からの信号の振幅値を抽出する振幅抽出部と、

該振幅抽出部にて抽出された前記タイミング点に従った振幅値を三値化データとして導出する三値化部と、

該三値化部にて導出された三値化データから前記二値化情報の情報長の比を計算により読み取る読取部とをそなえ、

かつ、前記の二値化情報の基本単位長が表現される白色領域または黒色領域の幅  $b \text{ a r} [\mu \text{ m}]$  と、前記走査光の走査速度  $v \text{ m a x} [\text{m} / \text{s}]$  と、前記サンプリング周波数  $f \text{ s} [\text{M H z}]$  との関係式が、

$$2 < f \text{ s} / (2 * b \text{ a r} / v \text{ m a x}) \leq 10$$

で表現しうることを

特徴とする、情報読取装置。

【請求項 8】 媒体から所定の情報長を有して配置された二値化情報を含む信号を取り込む信号取込部をそなえとともに、前記取込信号から前記二値化情報の情報長における基本単位長に関する情報を抽出し前記抽出された基本単位長情報に基づいて前記二値化情報の情報長の比を読み取るべく構成された情報読取装置における信号取込方法であって、

前記信号取込部において信号を取り込むにあたり、前記二値化情報が記録された媒体からの信号以外の信号を含んで、前記媒体からの信号を入力され、前記の入力された信号のうちで、二値化情報が記録された媒体からの信号の部分を振幅平均演算処理を用いることにより判定し、

前記判定結果に従って、前記媒体からの信号の部分を切り出して、切り出された部分を前記二値化情報を含む信号として取り込むことを特徴とする、情報読取装置における信号取込方法。

【請求項 9】 媒体から所定の情報長を有して配置された二値化情報を含む信号を取り込む信号取込部をそなえとともに、前記取込信号から前記二値化情報の情報長における基本単位長に関する情報を抽出し前記抽出された基本単位長情報に基づいて前記二値化情報の情報長の比を読み取るべく構成された情報読取装置における帯域制限処理方法であって、

前記二値化情報の情報長の比データを読み取る前処理として、前記取込信号から前記基本単位長に相当する基本周波数を抽出し、前記抽出された基本周波数に基づいて前記取込信号の周波数帯域を制限することを特徴とする、情報読取装置における帯域制限処理方法。

【請求項 10】 媒体から所定の情報長を有して配置された二値化情報を含む信号を取り込む信号取込部と、前記取込信号から前記二値化情報の情報長における基本単位長に相当する基本周波数を抽出する基本周波数抽出部と、前記抽出された基本周波数情報に基づいて前記取込信号の周波数帯域を制限する帯域制限部とをそなえ、該帯域制限部にて周波数帯域が制限された信号から前記二値化情報の情報長の比を読み取るべく構成された情報読取装置におけるタイミング点振幅抽出方法であって、

前記二値化情報の情報長の比を読み取る前処理として、前記の取込信号と基本周波数情報とに基づき前記取込信号に同期し且つ前記基本周波数を有するタイミング点を抽出し、前記抽出されたタイミング点に従って前記帯域制限部からの信号の振幅値を抽出し、前記抽出された前記タイミング点に従った振幅値を三値化

(3)

データとして導出することを

特徴とする、情報読取装置におけるタイミング点振幅抽出方法。

【請求項11】 白色領域および黒色領域の幅長データを情報要素とし上記の白色領域と黒色領域とが交互に配置されて所定組の情報要素を有するデータ群が表現される標識が記録された媒体から、前記データ群の情報を前記各幅長データ間の整数比として読み取る情報読取方法であって、

所定の速度で前記標識上に光を走査させ、走査された光の前記標識に対する反射光の強弱を前記走査方向に応じた信号として検出することにより、反射光の強弱に対応した二値化情報を含む信号として取り込み、

前記取込信号から前記幅長データにおける基本幅時間に相当する基本周波数を抽出し、

前記抽出された基本周波数に基づいて、前記取込信号について最適な信号帯域に制限し、

前記基本周波数に基づき、前記帯域が制限された取込信号から前記各幅長データ間の整数比を読み取ることを特徴とする、情報読取方法。

【請求項12】 前記反射光の強弱検出信号を取り込んでから前記各幅長データ間の整数比を読み取るまでの各処理が、前記基本幅時間の時間程度、又はその時間よりもわずかに小さくなるような程度の時間間隔による差分処理特性を有することを特徴とする、請求の範囲第11項記載の情報読取方法。

【請求項13】 前記反射光の強弱検出信号を取り込んでから前記各幅長データ間の整数比を読み取るまでの各処理が、前記基本幅時間に相当する基本周波数の周波数程度又は前記基本周波数よりもわずかに大きくなる程度の周波数をゲインピーク周波数とする微分処理の特性を有することを特徴とする、請求の範囲第11項記載の情報読取方法。

【請求項14】 前記微分処理の特性として、ゲイン特性を、入力信号の幅情報の基本幅時間に相当する周波数程度、又はわずかに大きい程度の周波数をゲインピーク周波数とする余弦波相当特性とする一方、位相特性を、周波数に対して直線的に変化する位相特性とすることを特徴とする、請求の範囲第13項記載の情報読取方法。

【請求項15】 前記微分処理の特性として、ゲイン特性を、入力信号の幅情報の基本幅時間に相当する周波数程度、又はわずかに大きい程度の周波数をゲインピーク周波数とする余弦波2乗相当特性とする一方、位相特性を、周波数に対して、直線的に変化する位相特性とすることを特徴とする請求の範囲第13項記載の情報読取方法。

【請求項16】 前記基本周波数を抽出するにあたり、前記取込信号について、読み取り可能な領域における前記取込信号の最大周波数以上の値をゲインピーク周波数とするような微分処理を施し、

前記微分処理の施された信号について2乗処理を施し、

前記2乗処理の施された結果について周波数スペクトルによる解析を行ない、

前記周波数スペクトルによる解析結果から0Hzを除く有意のある周波数を上記基本周波数と判断することを特徴とする、請求の範囲第11項記載の情報読取方法。

【請求項17】 前記基本周波数情報を抽出するにあたり、

前記取込信号について、読み取り可能な領域における前記取込信号の最大周波数以上の値をゲインピーク周波数とするような微分処理を施し、

前記微分処理の施された信号について2乗処理を施し、

前記2乗処理の施された結果について周波数スペクトルによる解析を行ない、

前記周波数スペクトルによる解析結果から0Hzを除く有意のある周波数を前記基本単位長に相当する概算の基本周波数と判断し、

前記概算の周波数で求めた周波数を元に、前記2乗処理の施された信号について復調処理を施すとともにベクトル化し、

前記復調およびベクトル化された信号について高周波成分を除去し、

(4)



前記高周波成分を除去された信号の1サンプル時間遅延させたものとの位相差を求め、

前記求められた位相差から、前記の概算の基本周波数と基本周波数との周波数ずれを算出し、

前記算出された周波数ずれを前記概算の基本周波数に加算した結果を前記基本周波数情報と判断することを特徴とする、請求の範囲第11項記載の情報読取方法。

【請求項18】 前記二値化情報を含む信号を取り込む際に所定のサンプリング間隔でサンプリングされたデジタル信号として取り込まれる一方、前記各幅長データ間の整数比を読み取る前処理として、前記信号帯域が制限されたデジタル信号について、前記基本周波数情報に応じてデータ数を間引くことを特徴とする、請求の範囲第11項記載の情報読取方法。

【請求項19】 白色領域および黒色領域の幅長データを情報要素とし上記の白色領域と黒色領域とが交互に配置されて所定組の情報要素を有するデータ群が表現される標識が記録された媒体から、前記データ群の情報を前記各幅長データ間の整数比として読み取る情報読取方法であって、

所定の速度で前記標識上に光を走査させ、走査された光の前記標識に対する反射光の強弱を前記走査方向に応じた信号として検出することにより、反射光の強弱に対応した二値化情報を含む信号として取り込み、

前記取込信号から前記幅長データの存在するタイミング点を抽出し、

前記抽出されたタイミング点に従って、上記標識から前記各幅長データ間の整数比を読み取ることを特徴とする、情報読取方法。

【請求項20】 前記タイミング点を抽出する際に、取り込まれた電気信号について微分処理を施し、前記微分処理の施された信号について媒体に記録された二値化情報の情報長を読み取るためのタイミング点を特定し、前記特定されたタイミング点毎に前記微分処理の施された信号の振幅から3値のデジタル情報を抽出することを特徴とする、請求の範囲第19項記載の情報読取方法。

【請求項21】 前記タイミング点を特定する際に、前記微分処理の施された信号から、前記二値化情報の情報長における基本時間幅に相当する周波数信号を抽出し、前記抽出された周波数信号を用いることにより、前記微分処理の施された信号におけるタイミング点を特定することを特徴とする、請求の範囲第20項記載の情報読取方法。

【請求項22】 前記タイミング点を特定する際に、前記微分処理の施された信号から、前記二値化情報の情報長における基本時間幅に相当する周期信号を抽出し、前記抽出された周期信号を用いることにより、前記微分処理の施された信号におけるタイミング点を特定することを特徴とする、請求の範囲第20項記載の情報読取方法。

【請求項23】 前記3値のデジタル情報を抽出する際に、前記特定されたタイミング点毎に、前記微分処理の施された信号の振幅値を取り出し、前記取り出された信号の振幅値について3値のデジタルデータに変換することを特徴とする、請求の範囲第20項記載の情報読取方法。

【請求項24】 前記タイミング点を抽出する際に、前記取込信号について微分処理を施し、前記微分処理の施された信号を入力として前記幅長データの基本幅時間に相当する周波数成分を抽出し、前記微分処理の施された信号を入力として前記基本幅時間に応じた周期信号を生成し、前記生成された周期信号を入力として前記標識の幅情報存在点に相当するタイミング点を特定する一方、

前記各幅長データ間の整数比を読み取る際に、前記特定されたタイミング点毎に前記微分処理の施された信号の振幅値を取り出し、前記タイミング点毎に取り出された振幅値について3値のデジタル信号に変換することを特徴とする、請求の範囲第19項記載の情報読取方法。

【請求項25】 前記取込信号について微分処理を施す際に、前記取込信号を入力として、前記基本幅時間に相当する周波数成分をゲインピーク周波数とす

(5)

る微分処理を行ない、当該微分処理を行なった結果の信号を入力として、前記基本幅時間に相当する周波数に応じた周期信号を生成することを特徴とする、請求の範囲第24項記載の情報読取方法。

【請求項26】 前記基本幅時間に相当する周波数成分を抽出する際に、前記取込信号について、読み取り可能な領域における前記取込信号の最大周波数以上の値をゲインピーク周波数とするような微分処理を施し、前記微分処理の施された信号について2乗処理を施し、前記2乗処理の施された結果について周波数スペクトルによる解析を行ない、前記周波数スペクトルによる解析結果から0Hzを除く有意のある周波数を上記基本周波数と判断することを特徴とする、請求の範囲第24項記載の情報読取方法。

【請求項27】 前記基本幅時間に相当する周波数成分を抽出する際に、前記取込信号について、読み取り可能な領域における前記取込信号の最大周波数以上の値をゲインピーク周波数とするような微分処理を施し、前記微分処理の施された信号について2乗処理を施し、前記2乗処理の施された結果について周波数スペクトルによる解析を行ない、前記周波数スペクトルによる解析結果から0Hzを除く有意のある周波数を前記基本単位長に相当する概算の基本周波数と判断し、前記概算の周波数で求めた周波数を元に、前記2乗処理の施された信号について復調処理を施すとともにベクトル化し、前記復調およびベクトル化された信号について高周波成分を除去し、前記高周波成分を除去された信号の1サンプル時間遅延させたものの位相差を求め、

前記求められた位相差から、前記の概算の基本周波数と基本周波数との周波数ずれを算出し、

前記算出された周波数ずれを前記概算の基本周波数に加算した結果を前記基本周波数情報と判断することを特徴とする、請求の範囲第24項記載の情報読取方法。

【請求項28】 前記基本幅時間に応じた周期信号を生成する際のゲイン特性を、前記基本幅時間に応じた周波数の2倍をゲインピーク周波数とする余弦波2乗特性とする一方、位相特性を、周波数に対する変化がない特性とすることを特徴とする、請求の範囲第24項記載の情報読取方法。

【請求項29】 前記基本幅時間に応じた周期信号を生成する際の特性について、バンド幅を、白色領域および黒色領域の幅長データを表す時間長の逆数に比例する特性とすることを特徴とする、請求の範囲第24項記載の情報読取方法。

【請求項30】 前記タイミング点を特定するにあたり、前記幅長データの基本幅時間に応じた周期信号の位相を算出し、前記算出された位相情報から前記タイミング点を特定することを特徴とする、請求の範囲第24項記載の情報読取方法。

【請求項31】 前記幅長データの基本幅時間に応じた周期信号の位相を算出する際に、前記幅長データの基本幅時間に応じた周期信号をベクトル化し、前記ベクトル化された信号を入力として、位相を算出することを特徴とする、請求の範囲第30項記載の情報読取方法。

【請求項32】 前記幅長データの基本幅時間に応じた周期信号をベクトル化する際に、前記幅長データの基本幅時間に応じた周期信号を実数部として、前記幅長データの基本幅時間に応じた周期信号をヒルベルト変換したものを虚数部とすることを特徴とする、請求の範囲第31項記載の情報読取方法。

【請求項33】 前記周期信号の位相が0度になる点の時間情報を抽出するとともに、当該抽出された時間情報を前記タイミング点として特定することを特徴とする、請求の範囲第30項記載の情報読取方法。

【請求項34】 前記二値化情報を含む信号を取り込む際に所定のサンプリ

(6)

ング間隔でサンプリングされたデジタル信号として取り込まれる一方、前記周期信号の位相を算出した結果、隣り合っかつ符号の変化する2つの信号点のうち0度位相に近い点を前記タイミング点として特定することを特徴とする、請求の範囲第33項記載の情報読取方法。

【請求項35】 前記特定されたタイミング点と、前記周期信号の位相が0度になる点との時間誤差を抽出し、当該時間誤差を抽出したタイミング点毎に、前記微分処理の施された信号を上記時間誤差に相当する分遅延させることを特徴とする、請求の範囲第34項記載の情報読取方法。

【請求項36】 前記時間誤差を抽出したタイミング点毎に前記微分処理の施された信号を上記時間誤差に相当する分遅延させる際に、前記強弱状態検出信号として取り込みうる最大入力信号帯域までは利得を1とし、帯域から離れるに従って利得を減衰させるとともに、前記抽出された時間誤差の量に応じて信号を遅延させるフィルタ処理を畳み込んで行なうことを特徴とする、請求の範囲第35項記載の情報読取方法。

【請求項37】 前記フィルタ処理のための係数を決定するにあたって、前記強弱状態検出信号として取り込みうる最大入力信号帯域までは利得を1とし帯域から離れるに従って利得を減衰させるためのフィルタ特性関数に、前記抽出された時間誤差の量に応じて信号を遅延させる関数を加えた結果について、逆フーリエ変換を施すことにより算出することを特徴とする、請求の範囲第36項記載の情報読取方法。

【請求項38】 前記フィルタ処理のための係数を決定するにあたって、前記抽出された時間誤差の量に応じて複数の遅延フィルタ特性に対応したフィルタ係数を保持しておき、前記抽出された時間誤差の量が上記複数のフィルタ特性のうちのいずれの特性のフィルタ処理を施すかを判定し、前記判定結果に応じたフィルタ特性のフィルタ係数を取り出すことを特徴とする、請求の範囲第36項記載の情報読取方法。

【請求項39】 前記フィルタ処理のための係数を決定するにあたって、前記強弱状態検出信号として取り込みうる最大入力信号帯域までは利得を1とし帯域から離れるに従って利得を減衰させるためのフィルタ特性関数からインパルス応答データを求め、前記抽出された時間誤差の量に応じて前記インパルス応答データを補間したものを前記フィルタ係数として決定することを特徴とする、請求の範囲第36項記載の情報読取方法。

【請求項40】 前記インパルス応答データを補間する際に、一次近似を用いることを特徴とする、請求の範囲第39項記載の情報読取方法。

【請求項41】 前記タイミング点毎に取り出された振幅値について3値のデジタル信号に変換する際に、前記取り出された信号の振幅値を、「+1」、「0」又は「-1」の三値化されたデータとして判定・出力し、前記三値化されたデータをもとに、「+1」のデータの存在する信号点を前記の白色領域または黒色領域のうちのいずれか一方のエッジの存在点、「-1」のデータの存在する信号点を前記他方のエッジの存在点、「0」のデータの存在する信号点をエッジの存在しない点として、上記標識の前記各幅長データ間の整数比を読み取ることを特徴とする、請求の範囲第24項記載の情報読取方法。

【請求項42】 前記取り出された信号の振幅値を、三値化されたデータとして判定・出力する際に、最小二乗法により、幅長データ信号のもつ振幅および位相の歪みを補正することを特徴とする、請求の範囲第41項記載の情報読取方法。

【請求項43】 前記取り出された信号の振幅値について、「+1」又は「-1」のデータとして判定・出力する際に、同じ符号でかつ隣接する信号点の振幅値の中から、最大の点を「+1」、最小の点を「-1」と判定し、上記「+1」又は「-1」と判定された振幅値以外を「0」と判定することを特徴とする、請求の範囲第41項記載の情報読取方法。

【請求項44】 白色領域および黒色領域の幅長データを情報要素とし上記

(7)

の白色領域と黒色領域とが交互に配置されて所定組の情報要素を有するデータ群が表現される標識が記録された媒体から、前記データ群の情報を前記各幅長データ間の整数比として読み取る情報読取方法であって、

所定の速度で前記標識上に光を走査させるとともに、

外部から入射される光を受光し、受光された光の強弱を強弱検出信号として出力し、

前記強弱検出信号に基づいて、受光された光が前記走査された光の前記標識に対する反射光であるか否かを判定し、

前記判定結果に従って、前記標識に対する反射光の強弱検出幅情報媒体からの信号を、前記データ群の情報を前記各幅長データ間の整数比として読み取るための信号として取り込む一方、前記標識からの反射光以外の強弱状態検出信号の成分については、前記取込信号として取り込む対象から除外することを特徴とする、情報読取方法。

【請求項45】 前記受光された光が前記走査された光の前記標識に対する反射光であるか否かを判定するにあたって、前記強弱光信号について微分処理を施し、前記微分処理の施された微分信号を二乗し、前記二乗された微分信号について移動平均を算出し、

前記移動平均値に基づいて、前記標識に対する反射光についての強弱状態検出信号の部分を取り出すことにより、前記切り出された信号部分を前記取込信号として取り込むことを特徴とする、請求の範囲第44項記載の情報読取方法。

【請求項46】 前記受光された光が前記走査された光の前記標識に対する反射光であるか否かを判定するにあたって、

前記強弱光信号について微分処理を施し、

前記微分信号を二乗し、

前記微分二乗信号について移動平均を算出し、

前記抽出された移動平均値最大値が予め設定された第1のしきい値を超えているか否かを判定し、前記の最大値が第1のしきい値を超えていると判定された場合には前記微分二乗信号を有効とする一方、前記の最大値が第1のしきい値を超えていないと判定された場合には、前記微分二乗信号を無効とし、

前記有効な期間の微分二乗信号についての平均値を算出し、

前記有効な期間の微分二乗信号についての最大値を抽出し、

前記有効な期間の微分二乗信号についての平均値と最大値との較差を計算し、

前記較差と予め設定された第2のしきい値とを比較し、前記較差が第2のしきい値よりも小さい場合には、前記強弱状態検出信号における当該期間の部分を取り出すことにより、前記切り出された信号部分のみを前記取込信号として取り込む一方、前記較差が第2のしきい値よりも大きい場合には、前記強弱状態検出信号における当該期間の部分については取込信号として取り込む対象から除外することを特徴とする、請求の範囲第44項記載の情報読取方法。

【請求項47】 媒体から、所定の情報長を有して1次元配置された二値化情報を含む信号について、等時間間隔毎の値を取り込み、

前記取込信号から前記二値化情報の情報長における基本単位長を抽出するにあたり、媒体情報から前記二値化情報の状態を抽出するまでの部分が、等時間間隔による微分特性よりも狭い帯域をとることを特徴とする、情報読取方法。

【請求項48】 前記基本単位長情報を、基本単位長に相当する基本周波数情報として抽出し、前記抽出された基本周波数情報に基づいて、前記読取信号について、帯域制限し、かつ微分処理を施した後、前記二値化情報の情報長の比を読み取ることを特徴とする、請求の範囲第47項記載の情報読取方法。

【請求項49】 媒体から、所定の情報長を有して一次元配置された二値化情報を含む信号を取り込み、前記の取込信号から二値化情報の情報長における基本単位長に相当する基本周波数を抽出する手段と、

前記抽出された基本周波数情報に基づいて、前記取込信号について帯域制限処

(8)

理を施した後、前記二値化情報の境界情報を抽出する手段とをそなえたことを特徴とする、読取信号処理ユニット。

【請求項50】 媒体から、所定の情報長を有して一次元配置された二値化情報を含む信号を取り込み、前記の取込信号から二値化情報の情報長における基本単位長に相当する基本周波数を抽出する手段と、

前記抽出された基本周波数情報に基づいて、前記取込信号について帯域制限処理を施した後、前記二値化情報の情報長の比を抽出する手段とをそなえたことを特徴とする、読取信号処理ユニット。

【請求項51】 媒体から、所定の情報長を有して一次元配置された二値化情報を含む信号を取り込み、前記の取込信号から二値化情報の情報長における基本単位長に相当する基本周波数情報を抽出し、前記抽出された基本周波数情報に基づいて前記取込信号について帯域制限処理を施した後に前記二値化情報の情報長の比を抽出する読取信号処理方法であって、

前記基本周波数を抽出するにあたり、

前記媒体から取り込まれた信号について、読み取り可能な領域における前記取込信号の最大周波数以上の値をゲインピーク周波数とするような微分処理を施し

前記微分処理の施された信号について二乗処理を施し、

前記二乗処理の施された結果について周波数スペクトルによる解析を行ない、

前記周波数スペクトル解析結果についての近似特性データの逆特性データを算出し、

前記算出された逆特性データで前記周波数スペクトル解析結果を補正し、

前記補正された周波数スペクトル解析結果から0Hzを除く有意のある周波数を上記基本周波数として抽出することを特徴とする、読取信号処理方法。

【請求項52】 前記逆特性データを算出するにあたり、前記周波数スペクトル解析結果を成す解析データについて周波数間引きを行なって前記近似特性データを求め、前記近似特性データを成す前記周波数間引き後の残りの解析データについて逆数データを算出し、前記算出された逆数データを補間することにより、前記逆特性データの算出結果として出力することを特徴とする、請求の範囲第51項記載の読取信号処理方法。

【請求項53】 前記逆特性データを算出するにあたり、前記周波数スペクトル解析結果を成す解析データについて周波数間引きを行ない、前記周波数間引きを行なった後の残りの解析データについて更にメディアンフィルタ処理を施して前記近似特性データを求め、前記近似特性データを成す前記メディアンフィルタ処理の施された解析データについて逆数データを算出し、前記算出された逆数データを補間することにより、前記逆特性データの算出結果として出力することを特徴とする、請求の範囲第51項記載の読取信号処理方法。

【請求項54】 前記逆特性データを算出するにあたり、前記周波数スペクトル解析結果を成す解析データについて周波数間引きを行ない、前記周波数間引きを行なった後の残りの解析データと予め保持された複数種類の基準周波数特性とを比較して、前記残りの解析データに最も近い基準周波数特性を、前記近似特性データとして求め、前記近似特性データを成す基準周波数特性について逆数データを算出し、前記算出された逆数データを補間することにより、前記逆特性データの算出結果として出力することを特徴とする、請求の範囲第51項記載の読取信号処理方法。

【請求項55】 前記逆数データを一次式近似で補間することにより、前記近似特性データを求めることを特徴とする、請求の範囲第52項～請求の範囲第54項のいずれか一項記載の読取信号処理方法。

【請求項56】 前記逆特性データとして、基準値をもとに前記近似特性データの逆数を算出することを特徴とする、請求の範囲第51項～請求の範囲第55項のいずれか一項記載の読取信号処理方法。

【請求項57】 前記解析データと上記逆特性データとを乗算することによ

(9)

り、前記周波数スペクトル解析結果を補正することを特徴とする、請求の範囲第5-1項～請求の範囲第56項のいずれか一項記載の読取信号処理方法。

【請求項58】 媒体から、所定の情報長を有して一次元配置された二値化情報を含む信号を取り込む信号取込部をそなえとともに、前記取り込まれた信号から前記二値化情報の情報長における基本単位長に相当する基本周波数情報を抽出し、前記抽出された基本周波数情報に基づいて前記取込信号について帯域制限処理を施した後に前記二値化情報の情報長の比を読み取る読取処理部をそなえてなる情報読取装置の信号処理方法であって、

該読取処理部において前記基本周波数を抽出するにあたり、

該信号取込部にて取り込まれた信号について、読み取り可能な領域における前記取込信号の最大周波数以上の値をゲインピーク周波数とするような微分処理を施し、

前記微分処理の施された信号について二乗処理を施し、

前記二乗処理の施された結果について周波数スペクトルによる解析を行ない、

前記周波数スペクトル解析結果についての近似特性データの逆特性データを算出し、

前記算出された逆特性データで前記周波数スペクトル解析結果を補正し、

前記補正された周波数スペクトル解析結果から0Hzを除く有意のある周波数を上記基本周波数として抽出することを特徴とする、情報読取装置の信号処理方法。

【請求項59】 媒体から、所定の情報長を有して一次元配置された二値化情報を含む信号を取り込み、前記の取込信号から二値化情報の情報長における基本単位長に相当する基本周波数情報を抽出する基本周波数抽出部と、該基本周波数抽出部にて抽出された基本周波数情報に基づいて前記取込信号について帯域制限処理を施した後に前記二値化情報の情報長の比を抽出する情報長比抽出部とをそなえ、

前記基本周波数抽出部が、

前記媒体から取り込まれた信号について、読み取り可能な領域における前記取込信号の最大周波数以上の値をゲインピーク周波数とするような微分処理を施す微分処理部と、

該微分処理部にて微分処理の施された信号について二乗処理を施す二乗処理部と、

該二乗処理部にて二乗処理の施された結果について周波数スペクトルによる解析を行なう周波数スペクトル解析部と、

該周波数スペクトル解析部からの周波数スペクトル解析結果についての近似特性データの逆特性データを算出する逆特性データ算出部と、

該逆特性データ算出部にて算出された逆特性データで前記周波数スペクトル解析結果を補正する解析結果補正部と、

該解析結果補正部にて補正された周波数スペクトル解析結果から0Hzを除く有意のある周波数を上記基本周波数として抽出する抽出部とをそなえて構成されたことを特徴とする、読取信号処理装置。

【請求項60】 該逆特性データ算出部が、該周波数スペクトル解析部からの周波数スペクトル解析結果を成す解析データについて周波数間引きを行なって、前記近似特性データを求める間引き部と、該間引き部にて求められた近似特性データを成す前記周波数間引き後の残りの解析データに対する逆数データを算出する逆数データ算出部と、該逆数データ算出部にて算出された逆数データを補間することにより、前記逆特性データの算出結果として出力する補間部とをそなえて構成されたことを特徴とする、請求の範囲第59項記載の読取信号処理装置。

【請求項61】 該逆特性データ算出部が、該周波数スペクトル解析部からの周波数スペクトル解析結果を成す解析データについて周波数間引きを行なう間引き部と、該間引き部にて周波数間引きを行なった後の残りの解析データについて更にメディアンフィルタ処理を施して前記近似特性データを求めるメディアン

(10)

フィルタ処理部と、該メディアンフィルタ処理部にて求められた前記近似特性データを成す解析データに対する逆数データを算出する逆数データ算出部と、該逆数データ算出部にて算出された逆数データを補間することにより、前記逆特性データの算出結果として出力する補間部とをそなえて構成されたことを特徴とする、請求の範囲第59項記載の読取信号処理装置。

【請求項62】 該逆特性データ算出部が、該周波数スペクトル解析部からの周波数スペクトル解析結果を成す解析データについて周波数間引きを行なう間引き部と、複数種類の基準周波数特性を有する離散データ群を予め保持する基準周波数特性データベースと、該間引き部にて周波数間引きを行なった後の残りの解析データと該基準周波数特性データベースにて保持された基準周波数特性とを比較して、前記残りの解析データに最も近い周波数特性を有する離散データを前記近似特性データとして抽出する最適特性抽出部と、該最適特性抽出部にて抽出された近似特性データを成す離散データに対する逆数データを算出する逆数データ算出部と、該逆数データ算出部にて算出された逆数データを補間することにより、前記逆特性データの算出結果として出力する補間部とをそなえて構成されたことを特徴とする、請求の範囲第59項記載の読取信号処理装置。

【請求項63】 該補間部が、該間引き部により間引かれた周波数点における解析データを一次式近似で補間する一次式近似補間部として構成されたことを特徴とする、請求の範囲第60項～請求の範囲第62項のいずれか一項記載の読取信号処理装置。

【請求項64】 該逆特性データ算出部が、基準値をもとに前記近似特性データの逆数を算出すべく構成されたことを特徴とする、請求の範囲第59項～請求の範囲第63項のいずれか一項記載の読取信号処理装置。

【請求項65】 該解析結果補正部が、該周波数スペクトル解析部からの周波数スペクトル解析結果を成す解析データと上記逆特性データとを乗算することにより、前記周波数スペクトル解析結果を補正することを特徴とする、請求の範囲第59項～請求の範囲第64項のいずれか一項記載の読取信号処理装置。

【請求項66】 媒体から、所定の情報長を有して一次元配置された二値化情報を含む信号を取り込む信号取込部をそなえるとともに、該信号取込部からの取込信号から前記二値化情報の情報長における基本単位長に相当する基本周波数情報を抽出する基本周波数抽出部と、該基本周波数抽出部にて抽出された基本周波数情報に基づいて前記取込信号について帯域制限処理を施した後に前記二値化情報の情報長の比を抽出する情報長比抽出部とをそなえてなる読取処理部をそなえ、

該基本周波数抽出部が、

該信号取込部からの取込信号について、読み取り可能な領域における前記取込信号の最大周波数以上の値をゲインピーク周波数とするような微分処理を施す微分処理部と、

該微分処理部にて微分処理の施された信号について二乗処理を施す二乗処理部と、

該二乗処理部にて二乗処理の施された結果について周波数スペクトルによる解析を行なう周波数スペクトル解析部と、

該周波数スペクトル解析部からの周波数スペクトル解析結果についての近似特性データの逆特性データを算出する逆特性データ算出部と、

該逆特性データ算出部にて算出された逆特性データで前記周波数スペクトル解析結果を補正する解析結果補正部と、

該解析結果補正部にて補正された周波数スペクトル解析結果から0Hzを除く有意のある周波数を上記基本周波数として抽出する抽出部とをそなえて構成されたことを特徴とする、情報読取装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

本発明は、例えばバーコードに含まれる情報を読み取るバーコードスキャナ等

(11)

のように、媒体から所定の情報長を有して1次元配置された二値化情報を含む信号を取り込んで、この取り込んだ信号に含まれる2値の振幅情報で表現される幅情報を整数比で読み取る際に用いて好適な、情報読取の方法および装置、情報読取装置の信号取込方法、帯域制限処理方法、タイミング点振幅抽出方法および信号処理方法、読取信号処理ユニットならびに読取信号の処理方法および処理装置に関する。

#### 【背景技術】

従来より、商品の流通分野において、商品等に付されたバーコードをバーコード読取装置（バーコードスキャナ）にて読み取って、当該商品の値段や商品名等、商品に関する情報をレジスタ等に登録することが行なわれている。

このような商品に付されるバーコードには、通常商品に関する情報がコード化されるとともに、バーコードを構成する各黒バーないし白バーの幅情報の配列（バーコードを成す各白黒バーの幅の整数比）でこのコード情報が表現される。バーコード読取装置では、例えば図70（a）に示すように、このような商品に付されたバーコード200に対してガウシアンビーム等のビーム光201を照射させて、このバーコード面から反射されたビーム光の強弱信号202（図70（c）参照）から、コード化されたデータを読み取ることができるものである。なお、この強弱信号202は、その振幅値がバーコードを構成する各バーの色に依存するものである。

ここで、上述のごときバーコード読取装置としては、図57に示すような外観を有しバーコード上にLD（Laser Diode）等にて発光されるビーム光を走査させてその反射光によりバーコードの白黒を検出するタイプや、CCD（Charge Coupled Device）等による外来の光によりバーコードの白黒を検出するタイプとがある。従来よりのバーコード読取装置においては、これらのいずれの方式であっても、基本的には以下の手順（[1]～[4]）に従ってバーコードを構成する白バーおよび黒バーの幅の比（モジュール比）を計算している。

[1] 受光素子にてバーコードからの反射光を受光し、その光強度に応じた振幅の電気信号を出力する。

[2] 受光した信号の振幅変化からバーコードを成す白バーから黒バーへの境界および黒バーから白バーへの境界信号（エッジ信号）を抽出する。

[3] 抽出されたエッジ信号間を、バー幅の数十倍～数百倍の分解能を持つクロックを用いて、エッジ信号間隔をバー幅カウント値として計測する。

[4] 計測されたカウント値から、バーコードを成す各バーの幅を計測し、白黒バーの幅比を計算する。

たとえば、図58ないし図59は従来のバーコード読取装置を示すブロック図であり、図58に示すバーコード読取装置（米国特許No. 5,061,843参照）は、アナログ処理を重点とした信号処理を行なってバーコード情報を読み取るもので、光走査部102A、アナログ処理部102Bおよびデジタル処理部102Cをそなえて構成されている。

この図58に示すバーコード読取装置では、光走査部102AのLD102a-1にて発光されたビーム光は、ポリゴンミラー102a-2の回転によって、バーコード102の例えば左端から右端に向かう方向で（図中a→b方向）、各黒バーないし白バーに照射される。

バーコード102上を走査されたビーム光は、各バーコードの黒白幅のパターンに応じた強さで反射されるが、この反射光の強さは、各バーコードのバー色に依存したものとなり、白バーに対する反射光は比較的強く、黒バーに対する反射光は比較的弱いものとなる。

すなわち、バーコード102をレーザビームが操作した場合、黒バーを操作した時には戻り光量が少なく、白バーを操作した場合には戻り光量が多くなる特徴をもった信号波形が得られる（図60のSig10, 50e, 50f参照）。

バーコード読取装置内部では、例えば図60に示すように、上述の反射光の強弱（図60の信号Sig10の縦軸で表現される）を振幅値で検出された電気信

(12)



号(信号S i g 1 1参照)を取り込んだ後、この電気信号に対する信号処理を行なうことによりバーコード情報を読み取っている。上述の信号処理としては以下の(1)～(4)のようなステップで行なわれる。

(1) LD102a-1からのレーザ光でバーコード102を走査した場合の反射光を、電気信号へ光電変換する。

(2) アナログ処理部102Bにおいて、増幅部102cにおいて光電変換された電気信号について必要な増幅処理を施した後、増幅された電気信号について1回微分処理部102dにて微分処理を施す。即ち、光電変換された信号を微分すると白黒の境界でピークをもつ微分波形50j(信号S i g 1 2)が得られる。この信号に微少の時間だけ遅延を加えた別の信号50k(信号S i g 1 3)を作り出す。

この微分信号(信号S i g 1 2)と遅延処理部102eにて遅延された信号(信号S i g 1 3)とを比較することにより、微分信号ピークをエッジ信号化しデジタル信号に変換する。即ち、正の微分信号ピークは黒バーから白バーに変化するエッジ信号(WEG, 信号S i g 1 4参照)であり、負の微分信号ピークは白バーから黒バーに変化するエッジ信号(BEG, 信号S i g 1 5参照)である。

すなわち、信号50j(S i g 1 2)と信号50k(S i g 1 3)とをコンパレータ102fで比較することにより、黒から白への変化のときに発生するエッジ信号WEGと白から黒への変化のときに発生するエッジ信号BEGとが得られる。

なお、微分応答の無い部分50sにおいて不要なエッジが発生することを防ぐために、微分信号50jが、微分信号50j自身の一定の比率レベル501以下のときにはエッジ信号をゲートするような回路を付加している。

(3) デジタル処理部102Cの幅計測部102gにおいて、バーイメーজ信号のエッジ信号間(BEGと、そのBEGに続くWEGとの間隔及びWEGと、そのWEGに続くBEGとの間隔)の幅を、クロック102h等でカウントする(信号S i g 1 6参照)。この2つのエッジ信号の互いの時間間隔を測定するためのクロック102hは、十分分解能のあるものを用いる。

(4) モジュール計算部102iにおいて、幅計測部102gにてカウントされたカウント値により、各バー幅データとして表現されたモジュール数を比例計算で求める(信号S i g 1 7参照)。

通常、バーコード上に幅情報として表現されたコード情報は、モジュールと呼ばれる所定の長さを単位とした整数比データよりなるものであって、各バー幅は上述のモジュールの整数倍の幅を有している。この場合においては、幅計測部102gからのバー幅値から整数比を求めることでモジュール比を求めているのである。

また、図59に示すように、取り込まれた電気信号をアナログ信号からデジタル信号に変換するAD(Analog-Digital)コンバータ103dをそなえ、上述の図58における信号処理を以下の(1)～(5)に示すようなステップにより行なうことができる。この図59に示すバーコード読取装置では、前述の図58のバーコード読取装置においてアナログ処理を行なっていた部分(符号102d, 102e及び102f参照)について、デジタル処理を行なっている。

(1) 図58のバーコード読取装置の場合と同様に、LD103a-1からのレーザ光を用いて、ポリゴンミラー103a-2の回転によりバーコード103を走査させ、このバーコード103からの反射光を、受光部103bで受光し、光信号から電気信号へ光電変換する。

(2) 増幅部103cにて受光部103bからの電気信号について必要な増幅処理を施した後、A/Dコンバータ103d等でデジタルサンプリングする。

(3) 遅延部103e, 103fにより遅延時間差が付されたA/Dコンバータ103dからのデジタル信号について、差分処理部103h, 103iにて差分処理を行なう。

即ち、差分処理部103hでは、A/Dコンバータ103dから入力された信

(13)

号について  $t_2$  時間遅延された信号と  $t_1$  時間遅延された信号とを比較し、比較結果信号 A として出力する。さらに、差分処理部 103 g では、A/D コンバータ 103 d から入力された信号について  $t_1$  時間遅延された信号と遅延されていない信号  $t_0$  とを比較し、比較結果信号 B として出力する。

(4) コンパレータ 103 i において、差分処理部 103 g, 103 h からの差分信号を比較して、最も変化が大きく且つ出力の極性が変化した点をエッジ点として出力する。

(5) 幅計測部 103 j において、前述の図 58 における幅計測部 102 g の場合と同様に、クロック 103 k を用いてエッジ点間をカウントする。

上述したように、バーコード上に幅情報として表現されたコード情報は、モジュールと呼ばれる所定の長さを単位とした整数比データよりなるものであるが、従来技術にかかるバーコード読取装置としての図 58, 図 59 のいずれの場合においても、この整数比データを、クロックを用いてエッジ信号間隔をカウントすることを通じて計測しているのである。

しかしながら、このような従来の図 58 に示すバーコード読取装置においては、このバーコード 102 に例えばバーの印刷のかすれや紙面の凹凸等が生じていた場合には(図 60 の符号 50 c 参照)、戻り光量波形に歪みが生じ(符号 50 g 参照)、微分信号においても正の値のピークが連続して 2 つ生じる(符号 50 h, 50 i 参照)。

この微分信号からエッジ信号を作り出した場合も同一種類の 2 つのエッジ信号が連続し、最終的にバー巾をカウントする場合に偽のエッジを使ってカウントされることになるため、バー幅のカウント値としては本来の正しい値(符号 50 o, 50 p 参照)に対して誤差が生じる(50 q, 50 r)。

このバー幅値から整数値を求めようとしたときに、この誤差が 0.5 モジュール以上であった場合(この例ではちょうど 0.5 モジュール)には、バーコード情報の読取結果に誤認識が生じることになる。

このようなバーコードのかすれ等によるバーコード情報の読取結果の誤認識は、主に、受光部 102 b から増幅および微分する回路部分が広帯域特性を有することとともに、レーザビーム径が起因している。つまり、バーコード読取装置としては図 62 に示すように、レーザを走査するために窓面 57 a では走査スピード  $v$  は遅く、また読み取り深度が深い場合 ( $L \rightarrow$  大) にはビーム走査スピード  $v$  は速くなる特徴を持つ。

すなわち、バーコードを窓面 57 a に近づけて読み取り動作を行なわせた場合には、LD 102 a-1 ないしポリゴンミラー 102 a-2 とバーコードとの距離は比較的短く、読取深度は浅くなるが ( $L \rightarrow$  小)、バーコードを窓面 57 a から離して読み取り動作を行なわせた場合には、LD 102 a-1 ないしポリゴンミラー 102 a-2 とバーコードとの距離は比較的長く、読取深度は深くなるのである ( $L \rightarrow$  大)。

したがって、回路特性としては、図 61 に示すように、低い信号帯域(符号 51 b 参照)、即ちビーム走査スピードが遅く且つ読み取りバーコードが大きい場合から、高い信号帯域(符号 51 c 参照)、即ちビーム走査スピードが速く且つ読み取りバーコードが小さい場合までをカバーするために広帯域特性を持たせる必要が出てくる。

この結果、窓面で比較的倍率の大きいバーコードをスキャンさせた場合に、細いレーザビームが、上記のようなバーコードの印刷かすれや傷等を拾ってしまい、誤認識する場合があるのである。

さらに、ビーム径の影響としては、例えば LD 102 a-1 にて発光されたビーム光も読取深度が深くなるに従って散乱することで、ビーム径が太くなって、反射光が小さい読取バーコードの幅を正確に捕らえることが困難となる場合もある。

以上をまとめると、上述の図 58 に示すバーコード読取装置においては、以下の (1) ~ (4) に示すような課題がある。

(14)

(1) 読み取り深度 $L$ の浅い所から深い所までのバーコード信号を処理できるようにするために、受信側の回路では、広帯域の周波数特性が必要とされるため、帯域を広くとればとるほどノイズ量が多くなり、信号対雑音比 ( $S/N$ ) を落とす原因となる課題がある。

(2) 装置として、細いバーコードを読み取る必要があるために、レーザのビーム径を細く絞る必要がある。この場合に、紙面に凹凸、またはバーのかすれ等があるようなバーコードでは、この凹凸を信号として拾う場合があり、白黒の境界信号が本来の場所以外の所で発生するために、白黒エッジの誤認識の原因となる。

(3) レーザで走査するために、読み取り深度が深くなればなるほどビーム径の広がりにより分解能が悪くなり、細いラベルの読み取りに支障をきたす場合もある。

(4) エッジ信号を抽出した際には、バーコードの白黒をあらわすバイメージ信号になるが、これの幅時間測定のためにバー幅時間よりも十分短いクロックでカウントする必要があるため、高速クロックで動作するハードウェアが高価になる場合があるほか、EMI (電磁妨害) に対する対策を講じる必要も考えられる。

また、上述の図59に示すバーコード読取装置においても、上述の図58に示すバーコード読取装置における(4)ないし(5)と同様の課題があるほか、以下の(1)ないし(2)に示すような課題がある。

(1) バー巾の精度を保つために、A/Dコンバータのサンプリング周波数を高める必要がある(少なくとも、読み取り最小バー巾の約10倍以上)が、これにより、信号周波数帯域が上がるために、上記要因によるノイズや回路ノイズに対しても敏感になり、バー巾の白黒のエッジの誤認識が発生する。

(2) 上記のように高速でサンプリングする必要があるため、このデータを最終段まで使用した場合に、大量なサンプリングデータを処理するプロセッサの高い処理能力が必要であり、更には大量なサンプリングデータを格納する、より大きなメモリが必要である。

本発明は、このような課題に鑑み創案されたもので、ハードウェア規模ないし価格を抑えつつ、読み取り信号の $S/N$ とともに読み取り分解能を向上させ、ひいては読取深度が拡大した場合や読取面に凹凸やかすみが有った場合の読取精度を向上させることができるようにした、情報読取の方法および装置、情報読取装置の信号取込方法、帯域制限処理方法、タイミング点振幅抽出方法および信号処理方法、読取信号処理ユニットならびに読取信号の処理方法および処理装置を提供することを目的とする。

#### 【発明の開示】

上記の目的を達成するために、本発明の情報読取方法は、媒体から、所定の情報長を有して1次元配置された二値化情報を含む信号を取り込み、前記取込信号から前記二値化情報の情報長における基本単位長に関する情報を抽出し、前記抽出された基本単位長情報に基づいて、前記の取込信号から二値化情報の情報長の比を読み取ることを特徴としている。

また、本発明の情報読取方法においては、媒体から、所定の情報長を有して1次元配置された二値化情報を含む信号について、等時間間隔毎の値を取り込み、前記取込信号から前記二値化情報の情報長における基本単位長を抽出するにあたり、媒体情報から前記二値化情報の状態を抽出するまでの部分が、等時間間隔による微分特性よりも狭い帯域をとることを特徴としている。

さらに、本発明の情報読取方法は、白色領域および黒色領域の幅長データを情報要素とし上記の白色領域と黒色領域とが交互に配置されて所定組の情報要素を有するデータ群が表現される標識が記録された媒体から、前記データ群の情報を前記各幅長データ間の整数比として読み取る情報読取方法であって、所定の速度で前記標識上に光を走査させ、走査された光の前記標識に対する反射光の強弱を前記走査方向に応じた信号として検出することにより、反射光の強弱に対応した

(15)

二値化情報を含む信号として取り込み、前記取込信号から前記幅長データにおける基本幅時間に相当する基本周波数を抽出し、前記抽出された基本周波数に基づいて、前記取込信号について最適な信号帯域に制限し、前記基本周波数に基づき、前記帯域が制限された取込信号から前記各幅長データ間の整数比を読み取ることと特徴としている。

また、本発明の情報読取方法は、白色領域および黒色領域の幅長データを情報要素とし上記の白色領域と黒色領域とが交互に配置されて所定組の情報要素を有するデータ群が表現される標識が記録された媒体から、前記データ群の情報を前記各幅長データ間の整数比として読み取る情報読取方法であって、所定の速度で前記標識上に光を走査させ、走査された光の前記標識に対する反射光の強弱を前記走査方向に応じた信号として検出することにより、反射光の強弱に対応した二値化情報を含む信号として取り込み、前記取込信号から前記幅長データの存在するタイミング点を抽出し、前記抽出されたタイミング点に従って、上記標識から前記各幅長データ間の整数比を読み取ることと特徴としている。

さらに、本発明の情報読取方法は、白色領域および黒色領域の幅長データを情報要素とし上記の白色領域と黒色領域とが交互に配置されて所定組の情報要素を有するデータ群が表現される標識が記録された媒体から、前記データ群の情報を前記各幅長データ間の整数比として読み取る情報読取方法であって、所定の速度で前記標識上に光を走査させるとともに、外部から入射される光を受光し、受光された光の強弱を強弱検出信号として出力し、前記強弱検出信号に基づいて、受光された光が前記走査された光の前記標識に対する反射光であるか否かを判定し、前記判定結果に従って、前記標識に対する反射光の強弱検出幅情報媒体からの信号を、前記データ群の情報を前記各幅長データ間の整数比として読み取るための信号として取り込む一方、前記標識からの反射光以外の強弱状態検出信号の成分については、前記取込信号として取り込む対象から除外することと特徴としている。

さらに、本発明の読取信号処理ユニットは、媒体から、所定の情報長を有して1次元配置された二値化情報を含む信号を取り込み、前記の取込信号から二値化情報の情報長における基本単位長に相当する基本周波数を抽出する手段と、前記抽出された基本周波数情報に基づいて、前記取込信号について帯域制限処理を施した後、前記二値化情報の境界情報を抽出する手段とをそなえたことを特徴としている。

また、本発明の読取信号処理ユニットは、媒体から、所定の情報長を有して1次元配置された二値化情報を含む信号を取り込み、前記の取込信号から二値化情報の情報長における基本単位長に相当する基本周波数を抽出する手段と、前記抽出された基本周波数情報に基づいて、前記取込信号について帯域制限処理を施した後、前記二値化情報の情報長の比を抽出する手段とをそなえたことを特徴としている。

また、本発明の情報読取装置は、信号取込部と、前記取込信号から前記二値化情報の情報長における基本単位長に相当する基本周波数を抽出する基本周波数抽出部と、前記抽出された基本周波数情報に基づいて前記取込信号の周波数帯域を制限する帯域制限部と、前記の取込信号と基本周波数情報とに基づき前記取込信号に同期し且つ前記基本周波数を有するタイミング点を抽出するタイミング点抽出部と、該タイミング点抽出部にて抽出されたタイミング点に従って前記帯域制限部からの信号の振幅値を抽出する振幅抽出部と、該振幅抽出部にて抽出された前記タイミング点に従った振幅値を三値化データとして導出する三値化部と、該三値化部にて導出された三値化データから前記二値化情報の情報長の比を計算により読み取る読取部とをそなえて構成されたことを特徴としている。

また、本発明の情報読取装置は、白色領域および黒色領域の幅長データを情報要素とし上記の白色領域と黒色領域とが交互に配置されて所定組の情報要素を有するデータ群が表現される標識が記録された媒体から、前記データ群の情報を前記各幅長データ間の整数比として読み取るものとしてでき、この場合には

、前記媒体に記録された標識に表されるデータ群を所定の速度で走査された光の前記媒体に対する反射光の強弱を前記走査方向に応じたアナログ信号として検出するとともに前記連続信号を所定のサンプリング周波数でサンプリングすることによりデジタル信号として取り込む信号取込部と、基本周波数を抽出する基本周波数抽出部と、帯域制限部と、タイミング点を抽出するタイミング点抽出部と、タイミング点に従って該帯域制限部からの信号の振幅値を抽出する振幅抽出部と、前記タイミング点に従った振幅値を三値化データとして導出する三値化部と、三値化データから前記二値化情報の情報長の比を計算により読み取る読取部とをそなえ、かつ、前記の二値化情報の基本単位長が表現される白色領域または黒色領域の幅  $b a r [\mu m]$  と、前記走査光の走査速度  $v m a x [m / s]$  と、前記サンプリング周波数  $f s [M H z]$  との関係式が、 $2 < f s / (2 * b a r / v m a x) \leq 10$  で表現しうることを特徴としている。

加えて、本発明の情報読取装置は、媒体から、所定の情報長を有して一次元配置された二値化情報を含む信号を取り込む信号取込部をそなえとともに、該信号取込部からの取込信号から前記二値化情報の情報長における基本単位長に相当する基本周波数情報を抽出する基本周波数抽出部と、該基本周波数抽出部にて抽出された基本周波数情報に基づいて前記取込信号について帯域制限処理を施した後に前記二値化情報の情報長の比を抽出する情報長比抽出部とをそなえてなる読取処理部をそなえ、該基本周波数抽出部が、該信号取込部からの取込信号について、読み取り可能な領域における前記取込信号の最大周波数以上の値をゲインピーク周波数とするような微分処理を施す微分処理部と、該微分処理部にて微分処理の施された信号について二乗処理を施す二乗処理部と、該二乗処理部にて二乗処理の施された結果について周波数スペクトルによる解析を行なう周波数スペクトル解析部と、該周波数スペクトル解析部からの周波数スペクトル解析結果についての近似特性データの逆特性データを算出する逆特性データ算出部と、該逆特性データ算出部にて算出された逆特性データで前記周波数スペクトル解析結果を補正する解析結果補正部と、該解析結果補正部にて補正された周波数スペクトル解析結果から  $0 H z$  を除く有意のある周波数を上記基本周波数として抽出する抽出部とをそなえて構成されたことを特徴としている。

また、本発明の情報読取装置における信号取込方法は、媒体から所定の情報長を有して配置された二値化情報を含む信号を取り込む信号取込部をそなえとともに、前記取込信号から前記二値化情報の情報長における基本単位長に関する情報を抽出し前記抽出された基本単位長情報に基づいて前記二値化情報の情報長の比を読み取るべく構成された情報読取装置における信号取込方法であって、前記信号取込部において信号を取り込むにあたり、前記二値化情報が記録された媒体からの信号以外の信号を含んで、前記媒体からの信号を入力され前記の入力された信号のうちで、二値化情報が記録された媒体からの信号の部分について振幅平均演算処理を用いることにより判定し、前記判定結果に従って、前記媒体からの信号の部分を取り出して、切り出された部分を前記二値化情報を含む信号として取り込むことを特徴とし、これにより、二値化情報を含まない部分の信号を取込対象から除外している。

また、本発明の情報読取装置における帯域制限処理方法は、前記二値化情報の情報長の比データを読み取る前処理として、前記取込信号から前記基本単位長に相当する基本周波数を抽出し、前記抽出された基本周波数に基づいて前記取込信号の周波数帯域を制限することを特徴としている。

さらに、本発明の情報読取装置におけるタイミング点抽出方法は、前記二値化情報の情報長の比を読み取る前処理として、前記の取込信号と基本周波数情報とに基づき前記取込信号に同期し且つ前記基本周波数を有するタイミング点を抽出し、前記抽出されたタイミング点に従って前記帯域制限部からの信号の振幅値を抽出し、前記抽出された前記タイミング点に従った振幅値を三値化データとして導出することを特徴としている。

また、本発明の読取信号処理方法は、媒体から、所定の情報長を有して一次元

(17)

配置された二値化情報を含む信号を取り込み、前記の取込信号から二値化情報の情報長における基本単位長に相当する基本周波数情報を抽出し、前記抽出された基本周波数情報に基づいて前記取込信号について帯域制限処理を施した後に前記二値化情報の情報長の比を抽出する読取信号処理方法であって、前記基本周波数を抽出するにあたり、前記媒体から取り込まれた信号について、読み取り可能な領域における前記取込信号の最大周波数以上の値をゲインピーク周波数とするような微分処理を施し、前記微分処理の施された信号について二乗処理を施し、前記二乗処理の施された結果について周波数スペクトルによる解析を行ない、前記周波数スペクトル解析結果についての近似特性データの逆特性データを算出し、前記算出された逆特性データで前記周波数スペクトル解析結果を補正し、前記補正された周波数スペクトル解析結果から  $0\text{ Hz}$  を除く有意のある周波数を上記基本周波数として抽出することを特徴としている。

さらに、本発明の情報読取装置の信号処理方法は、媒体から、所定の情報長を有して一次元配置された二値化情報を含む信号を取り込む信号取込部をそなえるとともに、前記取り込まれた信号から前記二値化情報の情報長における基本単位長に相当する基本周波数情報を抽出し、前記抽出された基本周波数情報に基づいて前記取込信号について帯域制限処理を施した後に前記二値化情報の情報長の比を読み取る読取処理部をそなえてなる情報読取装置の信号処理方法であって、該読取処理部において前記基本周波数を抽出するにあたり、該信号取込部にて取り込まれた信号について、読み取り可能な領域における前記取込信号の最大周波数以上の値をゲインピーク周波数とするような微分処理を施し、前記微分処理の施された信号について二乗処理を施し、前記二乗処理の施された結果について周波数スペクトルによる解析を行ない、前記周波数スペクトル解析結果についての近似特性データの逆特性データを算出し、前記算出された逆特性データで前記周波数スペクトル解析結果を補正し、前記補正された周波数スペクトル解析結果から  $0\text{ Hz}$  を除く有意のある周波数を上記基本周波数として抽出することを特徴としている。

また、本発明の読取信号処理装置は、媒体から、所定の情報長を有して一次元配置された二値化情報を含む信号を取り込み、前記の取込信号から二値化情報の情報長における基本単位長に相当する基本周波数情報を抽出する基本周波数抽出部と、該基本周波数抽出部にて抽出された基本周波数情報に基づいて前記取込信号について帯域制限処理を施した後に前記二値化情報の情報長の比を抽出する情報長比抽出部とをそなえ、前記基本周波数抽出部が、前記媒体から取り込まれた信号について、読み取り可能な領域における前記取込信号の最大周波数以上の値をゲインピーク周波数とするような微分処理を施す微分処理部と、該微分処理部にて微分処理の施された信号について二乗処理を施す二乗処理部と、該二乗処理部にて二乗処理の施された結果について周波数スペクトルによる解析を行なう周波数スペクトル解析部と、該周波数スペクトル解析部からの周波数スペクトル解析結果についての近似特性データの逆特性データを算出する逆特性データ算出部と、該逆特性データ算出部にて算出された逆特性データで前記周波数スペクトル解析結果を補正する解析結果補正部と、該解析結果補正部にて補正された周波数スペクトル解析結果から  $0\text{ Hz}$  を除く有意のある周波数を上記基本周波数として抽出する抽出部とをそなえて構成されたことを特徴としている。

これにより、本発明の情報読取方法によれば、取込信号から二値化情報の情報長における基本単位長に関する情報を抽出し、抽出された基本単位長情報に基づいて、二値化情報の情報長の比を読み取ることができるので、ハードウェア規模ないし価格を抑えつつ、読み取り信号の  $S/N$  とともに読み取り分解能を向上させ、ひいては読取深度が拡大した場合や読取面に凹凸やかすみがあった場合の読取精度を向上させることができる利点がある。

また、本発明の情報読取方法によれば、取込信号から前記二値化情報の情報長における基本単位長を抽出するにあたり、媒体情報から前記二値化情報の状態を抽出するまでの部分が、等時間間隔による微分特性よりも狭い帯域をとることが

(18)

できるので、少なくとも二値化情報の情報長を読み取る際に最適な帯域に制限するための微分処理を行なうことができる利点がある。

さらに、本発明の読取信号処理ユニットによれば、基本周波数を抽出する手段と二値化情報の境界情報を抽出する手段とをそなえたことにより、少なくとも取込信号について帯域制限して三値化する機能までを、他の機能部と分離させて担わせることができるので、この読取信号処理ユニットの部分のみを他の情報処理装置における処理等に流用することができ、装置の汎用化を図りつつ、装置構成のバリエーションを広げることが可能である。

加えて、本発明の情報読取装置によれば、帯域制限部により、取込信号の周波数帯域を制限することにより、最適な帯域において取込信号から二値化情報の情報長の比を読み取ることができるので、受信側の回路においては広帯域性を必要とせず、信号対雑音比 ( $S/N$ ) を向上させることで、読取エリアの拡大、読取分解能の向上および媒体自身に読取ノイズの原因が含まれている場合の読取精度の改善を図ることができるほか、二値化情報の情報長の基本単位長を計測するために高速なクロックをそなえる必要もなくなるため、サンプリング精度を落としても二値化情報の読取精度を高く保つことができるので、装置構成のためのハードウェアコストを、装置の性能を高めつつ改善させることができる利点もある。

また、本発明の情報読取装置における信号取込方法によれば、信号取込部において信号を取り込むにあたり、二値化情報が記録された媒体からの信号以外の信号を含んで媒体からの信号を入力され、この入力された信号のうちで、二値化情報が記録された媒体からの信号の部分について振幅平均演算処理を用いることにより判定し、判定結果に従って、媒体からの信号の部分を取り出して、切り出された部分を二値化情報を含む信号として取り込むことができるので、二値化情報取込のために必要な部分以外を、情報読取装置における後段の信号処理の対象から除外することができるので、装置の処理負荷を軽減させることができる利点がある。

さらに、本発明の情報読取装置における帯域制限処理方法によれば、二値化情報の情報長の比データを読み取る前処理として、取込信号から基本単位長に相当する基本周波数を抽出し、抽出された基本周波数に基づいて取込信号の周波数帯域を制限することができるので、取込信号から二値化情報の情報長における基本単位長に関する情報を抽出し、抽出された基本単位長情報に基づいて、二値化情報の情報長の比を読み取ることができるので、ハードウェア規模ないし価格を抑えつつ、読み取り信号の  $S/N$  とともに読み取り分解能を向上させ、ひいては読取深度が拡大した場合や読取面に凹凸やかすみがあった場合の読取精度を向上させることができる利点がある。

また、本発明によれば、二値化情報の情報長の比を読み取る前処理として、取込信号と基本周波数情報とに基づき取込信号に同期し且つ基本周波数を有するタイミング点を抽出し、抽出されたタイミング点に従って帯域制限部からの信号の振幅値を抽出し、抽出されたタイミング点に従った振幅値を三値化データとして導出することができるので、読み取り信号の  $S/N$  とともに読み取り分解能を向上させ、ひいては読取深度が拡大した場合や読取面に凹凸やかすみがあった場合の読取精度を向上させることができる利点があるほか、特にガウシアンビームの反射光に対する光電変換信号を取込信号として取り込む場合には、このガウシアンビーム等による符号間干渉歪みとともに回路の群遅延歪み補正を行なうことができ、上述の読取分解能を飛躍的に改善することができる利点もある。また、モジュール長をカウントするために、高速で取込信号についてサンプリングする必要がなくなり、装置構成のためのコストを大幅に削減させることが可能である。

加えて、本発明によれば、取込信号から二値化情報の情報長における基本単位長に関する情報を抽出し、抽出された基本単位長情報に基づいて、二値化情報の情報長の比を読み取ることができるので、ハードウェア規模ないし価格を抑えつつ、読取信号の  $S/N$  とともに読み取り分解能を向上させ、ひいては読取深度が拡大した場合や読取面に凹凸やかすみがあった場合の読取精度を向上させること

ができるほか、基本単位長に関する情報としての基本周波数を抽出するに際して、周波数スペクトル解析結果を補正することができるので、二値化情報の情報長を読み取るために必要な当該光の受光状態の許容度を広げることができる。即ち、媒体に照射されたガウシアンビームの反射光の明暗信号を取り込む場合には、ある程度劣化したガウシアンビームから反射した光であっても二値化情報を読み取ることができるほか、CCDによって光を受光する場合においては、二値化情報を読み取ることができる当該CCDの分解能の許容幅を広げることができる。

さらに、本発明をバーコードを読み取るために適用した場合には、バー幅の狭いバーコードを読み取る場合やオペレータの読取動作等の条件に起因してバーコードに照射されるガウシアンビームのビーム径がバー幅に比べて相対的に大きくなっている場合や、CCDを適用したバーコード読取装置の場合における当該CCDの分解能によって、周波数スペクトルの解析結果が劣化している場合であっても、簡易な処理で劣化を補正することにより正確に基本周波数を抽出できるようにしているので、以下のような利点を得ることができる。

①バーコード読取装置としての読取可能な範囲を広げることができる。具体的には、読取深度は、オペレータによる読取動作によって変化するものであるが、バーコード読取装置として読取可能な読取深度の条件の範囲を広げることができる。

②読取可能なバーコード幅を狭めることができる。

③CCDの分解能が低い場合であっても、スペクトルピークを簡易な処理で高精度に抽出できるので、読取精度を向上させることができる利点がある。

また、最適特性抽出部またはメディアフィルタにより、特に後段の抽出部において抽出すべきスペクトルピークの周波数点が残存している場合に、このスペクトルピークの周波数点についてのゲインが、逆数データ算出部および補間部にて計算される逆特性データに反映されることがないようにしているので、スペクトルピーク周波数を、単純なスペクトル強度の大小比較によって抽出することができ、モジュール周波数の抽出の簡素化ないし抽出精度の飛躍的な向上を図ることができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

(A-1) 本発明の一実施形態が適用されるバーコード読取装置の全体構造の説明

まず、本実施形態にかかるバーコード読取装置の全体構造について説明する。

図1は本発明の一実施形態にかかるバーコード読取装置の全体構造を示すブロック図で、この図1に示すバーコード読取装置についても図57に示すような外觀を有して、媒体に記録された標識としてのバーコードを読み取ることができるものであり、光走査部1A、アナログ処理部1B、ADコンバータ1dおよび読取処理部1Cをそなえて構成されている。

換言すれば、本実施形態のバーコード読取装置は、媒体から所定の情報長を有して配置された二値化情報（バーコードに表現された白色領域および黒色領域の幅長データ）を含む信号を取り込むとともに、この取込信号から二値化情報の情報長における基本単位長（モジュール長）に関する情報を抽出し抽出された基本単位長情報に基づいて二値化情報の情報長の比（バーコード情報）を読み取るべく構成されている。

ここで、光走査部1Aは、ビーム光を発光するLD1a-1をそなえるとともに、LD1a-1からのビーム光を反射させる鏡面体により構成されたポリゴンミラー1a-2をそなえて構成されている。ポリゴンミラー1a-2は、図示しないモータから与えられる回転作動力によって回転されて、ビーム光の反射方向を変化させることによって複数種類の走査パターンを与えるものであり、図57に示す方式においては読取窓面53aの内側近傍に設けられる。

即ち、LD1a-1にて発光されたビーム光は、ポリゴンミラー1a-2の回転によって、読取窓面53aから外部（筐体の外側）に出射される一方、読取窓



面53a外部において、上述のビーム光が照射されるようにかざされたバーコード1の各黒バーないし白バーに、例えば左端から右端に向かう方向で（図1中a→b方向で）、照射されるようになっている。

また、アナログ処理部1Bは受光部1bおよび増幅部1cをそなえている。ここで、受光部1bは、上述のバーコード1に照射されたビーム光の反射光を含む、読取窓面53a外部からの光を受光し、その強弱に応じた振幅値の電気信号に光電変換するもので、増幅部1cは、受光部1bからの光電変換信号について必要な増幅処理を施すものである。

ADコンバータ1dは、増幅部1cからのアナログの光電変換信号についてデジタルサンプリングし、デジタル信号として出力するものである。なお、本実施形態においては、ADコンバータ1dをそなえずに、後段の読取処理部における帯域制限微分処理をアナログフィルタにより構成することもできる。

光走査部1A、アナログ処理部1BおよびADコンバータ1dは、前述の図59に示すもの（符号103A、103Bおよび103d参照）とほぼ同様である。

光走査部1A、アナログ処理部1B、ADコンバータ1d及び切り出し部1eは、媒体から所定の情報長を有して配置された二値化情報を含む信号を取り込む信号取込部として機能するものである。

また、読取処理部1Cは、切り出し部1e、適用型帯域制限微分部1f、モジュール点毎振幅抽出部1i、モジュール数算出部1mおよびキャラクタ構成チェック部1nをそなえて構成されている。

ここで、切り出し部1eは、後段の処理の負荷を軽減するために、光電変換信号からバーコードらしい信号のみを抽出するものである。即ち、切り出し部1eは、後で詳述するように、上述のADコンバータ1dから入力された信号のうちで、バーコードに反射された光についての光電変換信号部分であるか否かを判定して、このバーコードに反射された光についての光電変換信号部分を切り取ったものを後段の各信号処理のために取り込むものである。

適用型帯域制限微分部1fは、バーコード信号の基本モジュールに相当する周波数を抽出するモジュール周波数抽出部1g、モジュール周波数抽出部1gにて抽出された周波数に基づいて切り出し部1eからの信号について周波数帯域を制限する帯域制限微分処理部1hおよび帯域制限微分処理部1hからの信号のデータ量を間引くデシメーション処理部1h'をそなえて構成されているが、この適用型帯域制限微分部1fの詳細な構成についても後で詳述する。

なお、モジュール周波数抽出部1gは、取込信号から二値化情報の情報長における基本単位長に相当する基本周波数を抽出する基本周波数抽出部としての機能を有するとともに、帯域制限微分処理部1hは、抽出された基本周波数情報に基づいて取込信号の周波数帯域を制限する帯域制限部としての機能を有している。モジュール点毎振幅抽出部1iは、上述の適用型帯域制限微分部1fで抽出した基本モジュールに相当する周波数によりモジュールのタイミング信号を抽出するモジュールタイミング信号抽出部1jと、このタイミング信号を用いて微分信号の振幅値を抽出する振幅抽出部1kと、振幅抽出部1iにて抽出された振幅値をエッジ信号として「+1」、「0」、「-1」の三値化データとして出力する三値化部1lとをそなえて構成されている。

なお、上述のタイミング信号抽出部1jは、適用型帯域制限微分部1fからの取込信号と基本周波数情報とに基づき取込信号に同期し且つ基本周波数を有するタイミング点を抽出するタイミング点抽出部としての機能を有し、振幅抽出部1kは、タイミング点抽出部にて抽出されたタイミング点に従って帯域制限部（適用型帯域制限微分部1f）からの信号の振幅値を抽出する機能を有し、三値化部1lは、振幅抽出部にて抽出されたタイミング点に従った振幅値を三値化データとして導出する三値化部としての機能を有している。

モジュール数算出部1mは、モジュール点毎振幅抽出部1iからの三値化データに基づいて、バーコードを構成する各バーの幅長として表現されたバーコード情報を読み取るものである。

(21)

キャラクタ構成チェック部1 nは、上述のモジュール算出部1 mで読み取られたバーコード情報のデータ配列のパターンについて、バーコードの規格に照らし合わせてバーコードキャラクタを復調するものである。

上述の構成により、本実施形態にかかるバーコード読取装置では、白色領域および黒色領域の幅長データを情報要素とし上記の白色領域と黒色領域とが交互に配置されて所定組の情報要素を有するデータ群が表現される標識（バーコード）が記録された媒体から、データ群の情報を各幅長データ間の整数比として読み取る。

ここで、光走査部1 Aにおいて所定の速度でバーコード上に光を走査させ、アナログ処理部1 Bにおいて、走査された光の前記標識に対する反射光の強弱を前記走査方向に応じた信号として検出することにより、反射光の強弱に対応した二値化情報を含む信号として取り込む。

さらに、モジュール周波数抽出部1 gにおいて、取込信号から幅長データにおける基本幅時間に相当する基本周波数を抽出し、帯域制限微分処理部1 hにおいて、前記抽出された基本周波数に基づいて、前記取込信号について最適な信号帯域に制限し、モジュール点毎振幅抽出部1 i、モジュール数算出部1 mおよびキャラクタ構成チェック部1 nにおいて、基本周波数に基づき、前記帯域が制限された取込信号から前記各幅長データ間の整数比を読み取る。

具体的には、光走査部1 Aにおいて、複数の走査パターンによるレーザビームを発生させる。発生させたパターンの一つがバーコードを走査した場合、即ちレーザビームがバーコードをスキャンした場合、バーコード1 からの反射光量変化を集光し、受光部1 bにて、その光量変化を電気信号に変換する。

すなわち、バーコードの白バーと黒バー部分の反射光量の違いが生じるために、時間軸上で見ると光が白黒に応じた反射光量変化が発生する。この反射光量変化を、ピンフォトダイオード等の受光素子増幅部1 cにおいて、適切な増幅処理を施した後、ADコンバータ1 dによりサンプリング（アナログ／デジタル変換）する。

ADコンバータ1 dの出力列から切り出し部1 eにてバーコードらしい特徴を持つ信号部分のみ（信号1 p参照）を抽出し、その他を次段へ出力しないことによって、後段の処理の負荷を軽減する。

適用型帯域制限微分部1 fでは、切り出し部1 eにて切り出されたバーコードらしい信号部分1 pについて、不要なノイズ成分を取り除き、モジュール抽出に必要な成分のみを確保するように信号の帯域を最適に制限する。

これを実現するために、まずモジュール周波数抽出部1 gにて、入力信号1 pからバーコードの1モジュール（基本モジュール）に相当する周波数成分を抽出し（信号1 r参照）、この結果1 rに応じて帯域制限微分処理部1 hとしてのフィルタを設定し、入力信号1 pをこのフィルタ1 hに通す。帯域制限微分信号は、モジュール抽出に必要な情報を確保しつつ最も狭帯域に制限されているために、ノイズレベルが最小となる。

換言すれば、帯域制限微分処理部1 hとしてのフィルタは、モジュール周波数抽出部1 gにて抽出された周波数に従って構成されて、幅情報抽出精度を低下させる原因となる高周波ノイズを除去し、幅情報を抽出する際に必要最低限の帯域のみを通過させるのである。

また、フィルタ1 hを通過した信号については、データ量を間引くためのデシメーション処理を施して、モジュール点毎振幅抽出部1 iに信号1 qとして出力している。

モジュールタイミング信号抽出部1 jでは、適用型帯域制限微分部1 fにて帯域制限された信号1 qから、モジュールに相当するタイミング信号1 sを抽出する。このタイミング信号1 sに従って、信号1 qの振幅値を取り出す（信号1 t参照）。この信号1 tは、エッジ点か否かを現す情報をモジュールタイミング毎に発生するため、不必要に高速のクロックでバー幅をカウントする必要もなく、かつ、モジュールの比を計算する手間も省ける。

換言すれば、モジュール点毎振幅抽出部 1 i にて、適用型帯域制限微分部 1 f を通過した信号 1 q からモジュールのタイミングに相当する点 1 s を見つける。そのタイミングに従って、帯域制限された微分信号 1 q の振幅値を取り出して後段の三値化部 1 l に出力する（信号 1 t）。この時、真のモジュールタイミング点とサンプリングによるモジュールタイミング点とのずれを検知して補正も行なうことにより、タイミング精度を確保する。

三値化部 1 l において、上記信号 1 t から「+1」、「0」、又は「-1」のいずれかに三値化して後段のモジュール数算出部 1 m に出力する（信号 1 u 参照）。この時に、レーザを走査するタイプのスキャナであればガウシアンビームによる分解能の低下（符号間干渉）を補正する。

また、三値化部 1 l において、モジュールタイミング点毎の振幅値に対して、3 値判定を行なう際に、最小二乗法による自動等化処理を行なうことで、レーザビームの場合、読み取りエリアの遠い所でビーム径が大きくなることによる、符号間干渉の発生を防止している。

モジュール数算出部 1 m において、上記三値化データからバーコードの白黒のレベルにより表現されたモジュールパターンとしてのバーコード情報を算出し、算出結果をキャラクタ構成チェック部 1 n に出力する（信号 1 v 参照）。キャラクタ構成チェック部 1 n では、算出されたモジュールパターンからバーコードの規格に照らし合わせてバーコードキャラクタを復調する（1 w）。

このように、本実施形態にかかるバーコード読取装置によれば、適用型帯域制限微分部 1 f において取込信号の周波数帯域を制限することにより、後段のモジュール点毎振幅抽出部 1 i およびモジュール数算出部 1 m での信号処理によって最適な帯域において取込信号から二値化情報の情報長の比を読み取ることができるので、受信側の回路においては広帯域性を必要とせず、信号対雑音比（S/N）を向上させることで、読取エリアの拡大、読取分解能の向上および媒体自身に読取ノイズの原因が含まれている場合の読取精度の改善を図ることができる利点がある。

さらに、二値化情報の情報長の基本単位長を計測するために高速なクロックをそなえる必要もなくなるため、サンプリング精度を落としても二値化情報の読取精度を高く保つことができるので、サンプリング周波数を発生させるためのクロックを比較的に低速のクロックでまかなうことができるので、装置構成のためのハードウェアコストを大幅に改善させることができる利点がある。

また、本実施形態によれば、取込信号からバー幅長データにおけるモジュール長の時間に相当するモジュール周波数を抽出し、抽出されたモジュール周波数に基づいて、取込信号について最適な信号帯域に制限し、モジュール周波数に基づき、帯域が制限された取込信号から各バー幅長データ間の整数比を読み取ることができるので、受信側の回路においては広帯域性を必要とせず、信号対雑音比（S/N）を向上させることができるので、上述の場合と同様の利点がある。

（A-2）本実施形態の要部において用いられるトランスバーサルフィルタの説明

図 3 は本実施形態の要部において用いられるトランスバーサルフィルタを示すブロック図である。トランスバーサルフィルタは、タップ係数の設定によりフィルタ特性が設定されるディジタルフィルタであって、遅延部 2 a-1～2 a-8、乗算器 2 b-1～2 b-9、総和演算器 2 c および 9 つのタップ係数を保持しておくタップ係数保持部 2 d をそなえて構成されている。

すなわち、図 2 に示すようなアナログ波形からサンプリングされた有限なディジタルデータ  $X_0, \dots$  を、トランスバーサルフィルタを通すことにより、式（1）に示すような係数値に依存した出力信号  $Y_0, \dots$  を得ることができる。

$$Y_n = \sum C_i X_{n-i} \quad \dots (1)$$

なお、本実施形態にかかるバーコード読取装置の要部において用いられるトランスバーサルフィルタは、所望の特性を得るために必要な段数に設定されている。

## (A-3) 読取処理部にて処理される信号帯域の制限について

本実施形態においては、媒体から、所定の情報長を有して1次元配置された二値化情報を含む信号（バーコードに反射された光の強弱検出信号；図1の符号1 p参照）を取り込み、この取込信号1 pから二値化情報の情報長における基本単位長（バーコードのモジュール長）に関する情報を抽出し、抽出された基本単位長情報に基づいて二値化情報の情報長の比（バーコード情報）を読み取っている。

図4(a)～図4(d)はいずれも本実施形態における読取処理部1 Cでの信号の帯域制限特性を説明するための図である。

例えば、図4(c)に示すように入力(x)に「0」、「0」、「1」、「0」、「0」という矩形パターン（同図の実線波形参照）が入力された場合、図4(a)に示すような遅延部4 aと加算部4 bとをそなえてなる微分回路を用いて微分することにより、「0」、「1」、「-1」、「0」（出力信号(y)；同図の点線ないし黒点参照）となり、入力信号が「0」から「1」に変化したときのエッジや、入力信号が「1」から「0」に変化したときのエッジを抽出することができる。

ここで、図4(a)に示す微分回路の微分の間隔は、バーコードの基本モジュールに相当する時間( $T=1$ モジュール)であり、これよりも短い間隔で微分処理を行なった場合には図4(b)のように応答の鋭いものとなり、これよりも長い間隔で微分処理を行なった場合には図4(d)に示すように応答の緩い波形となる。

本実施形態の読取処理部1 Cにおける処理帯域として、バーコードの基本モジュールに相当する時間とすることで、最適な信号処理を行なうことができる反面、基本モジュールよりも短い間隔を処理帯域とすることは、ノイズに敏感になる原因となり、逆に、これよりも長い間隔で信号処理を行なうと、図4(d)のように、入力のパターンによる符号間干渉により、波形が歪むことになり、期待するエッジを求めることが困難なものとなる。

したがって、本実施形態における読取処理部1 Cの帯域制限特性としては、上述の反射光の強弱検出信号を取り込んでから前記各幅長データ間の整数比を読み取るまでの各処理を、基本単位長(モジュール長)に相当する時間(基本幅時間)の程度、又はその時間よりもわずかに小さくなるような程度の時間間隔による差分処理特性を持つように構成される。

このように、本実施形態によれば、取込信号からバーコード情報の情報長におけるモジュール長に関する情報を抽出し、抽出されたモジュール長情報に基づいて、バーコード情報を読み取ることができるので、ハードウェア規模ないし価格を抑えつつ、読み取り信号のS/Nとともに読み取り分解能を向上させ、ひいては読取深度が拡大した場合や読取面に凹凸やかすみがあった場合の読取精度を向上させることができる利点がある。

## (B-1) 本実施形態にかかるバーコード読取装置の切り出し部の説明

次に、本実施形態にかかるバーコード読取装置における切り出し部1 eの構成について、図5～図7を用いて以下に説明する。

さて、図5は本実施形態にかかるバーコード読取装置における切り出し部1 eを詳細に示すブロック図であり、この図5に示すように、切り出し部1 eは、特徴抽出部30 a、判定部30 bおよびゲート30 hをそなえて構成されている。

ここで、特徴抽出部30 aは、ADコンバータ1 dから入力されたデジタル信号の光電変換信号についての特徴を抽出するものであり、広帯域微分処理部30 c、二乗処理部30 dおよび移動平均演算部30 eをそなえて構成されている。

広帯域微分処理部30 cは、ADコンバータ1 dから入力されたデジタル信号の光電変換信号について広帯域微分処理を施してノイズを除去するものであり、二乗処理部30 dは、後段の振幅値比較を容易にすべく広帯域微分処理の施された光電変換信号について各サンプリングデータ毎に二乗計算処理を行なうもの

であり、移動平均部 30 e は二乗処理部 30 d にて二乗計算処理の施されたディジタル信号について移動平均を計算するものである。

たとえば、ADコンバータ 1 d から図 6 (a) に示すようなアナログ波形 (x) についてのディジタル変換された信号を入力され、広帯域微分処理部 30 c において広帯域微分処理を施すことにより、図 6 (b) に示すようなアナログ波形に対応したディジタル信号が得られ、さらに、この信号について二乗処理部 30 d にて二乗計算処理を施したのち、移動平均部 30 e において例えば 300 タップの移動平均を計算することにより、図 6 (c) に示すようなアナログ波形 (y) に対応したディジタル信号を得ることができる。

さらに、判定部 30 b は、しきい値保持部 30 f と比較部 30 g とをそなえ、上述の特徴抽出部 30 a にて算出された移動平均の計算結果について、比較部 30 g において、この計算結果の値としきい値保持部 30 f にて保持された所定のしきい値とを比較することにより、入力された光電変換信号がバーコードの反射光についての信号か否かを判定するものである。

具体的には、比較部 30 g では、この値を比較部 30 g において所定のしきい値との大小を判定し、しきい値を越えた場合には、当該移動平均の演算された区間の信号をバーコード信号と判定する一方、しきい値を超えない場合にはバーコード信号以外の信号と判定する。即ち、二乗処理部 30 d において振幅値データを二乗しているのち、移動平均された信号の値が大きくなり、バーコードの反射光についての信号か否かを振幅値の大小によって容易に判定することができる。

換言すれば、上述の特徴抽出部 30 a および判定部 30 b により、受光部 1 b からの電気信号が媒体としてのバーコードから反射された反射光について電気信号に変換されたものであるか否かを判定する判定部として機能する。

また、ゲート部 30 h は、比較部 30 g からの比較判定結果を入力されて、入力信号がバーコードの反射光について電気信号に変換されたものであると判定された場合には、当該入力信号の成分を後段の信号処理のために取り込む一方、バーコードの反射光以外について電気信号に変換されたものであると判定された場合には、当該入力信号の成分については後段の信号処理のための取り込み対象から除外するようになっている。

なお、上述のしきい値保持部 30 f では、移動平均値の最大値として取得された値 (y (max)) における半値 (y (half)) を、しきい値として保持しておき、上述の比較部 30 g およびゲート部 30 h における入力信号の切り出し処理にあたっては、例えば図 7 に示すように、上述のしきい値を超える時間の 2 倍の時間に相当する分のデータ (t 1 ~ t 2) を切り出し区間として、信号を取り込むようにしてもよい。

このような構成により、切り出し部 1 e では、信号を取り込むにあたり、二値化情報が記録された媒体 (バーコード) からの信号以外の信号を含んで、バーコード信号を入力され、特徴抽出部 30 a および判定部 30 b において、この入力信号のうちで二値化情報が記録された媒体からの信号の部分について振幅平均演算処理を用いることにより判定し、ゲート部 30 h において、判定部 30 b からの判定結果に従って、バーコードからの信号の部分を取り出して、切り出された部分を、二値化情報を含む信号として取り込む。

このように、本実施形態によれば、特徴抽出部 30 a および判定部 30 b において、光電変換部 1 b からの電気信号が媒体から反射された反射光について電気信号に変換されたものであるか否かを判定し、ゲート部 30 h において、判定結果に基づき反射光について電気信号に変換されたものであると判定された信号成分については取込信号として取り込む一方反射光以外の光について電気信号に変換されたものであると判定された場合には取込信号として取り込む対象から除外することができるので、二値化情報取込のために必要な部分以外を、情報読取装置における後段の信号処理の対象から除外することができるので、装置の処理負荷を軽減させることができる利点がある。

さらに、本実施形態によれば、信号取込部 1 B, 1 d, 1 e において信号を取

り込むにあたり、バーコードの情報が記録された媒体からの信号以外の信号を含んで媒体からの信号を入力され、この入力された信号のうちで、二値化情報が記録された媒体からの信号の部分について振幅平均演算処理を用いることにより判定し、判定結果に従って、媒体からの信号の部分を取り出して、切り出された部分を二値化情報を含む信号として取り込むことができるので、二値化情報取込のために必要な部分以外を、後段の信号処理の対象から除外することができるので、装置の処理負荷を軽減させることができる利点がある。

(B-2) 本実施形態の変形例にかかるバーコード読取装置の切り出し部の説明

上述の切り出し部 1 e としては、図 5 のような構成のほか、図 8 に示すような構成により実現することもできる。すなわち、図 8 に示す切り出し部 1 e は特徴抽出部 3 1 a、判定部 3 1 b およびゲート部 3 1 n をそなえて構成されているが、その要部構成が異なっている。

すなわち、特徴抽出部 3 1 a は、微分処理部 3 1 c、二乗処理部 3 1 d、移動平均部 3 1 e、第 1 しきい値保持部 3 1 f、第 1 比較部 3 1 g およびゲート部 3 1 h をそなえて構成されているが、上述の微分処理部 3 1 c、二乗処理部 3 1 d、移動平均部 3 1 e、第 1 しきい値保持部 3 1 f、第 1 比較部 3 1 g については、前述の図 5 の対応部分（符号 3 0 c ~ 3 0 g 参照）と同様の機能を有している。

ゲート部 3 1 h は、二乗処理部 3 1 d にて二乗された信号（微分二乗信号）について、第 1 比較部 3 1 g からの比較結果に基づく切り出し処理を行なうものである。

具体的には、比較部 3 1 g により、入力信号がバーコードの反射光について電気信号に変換されたものであると判定された場合には、二乗処理部 3 1 d において当該信号成分に対応する微分二乗信号について切り出して判定部 3 1 b に出力する一方、バーコードの反射光以外について電気信号に変換されたものであると判定された場合には、当該信号成分に対応する微分二乗信号については判定部 3 1 b の信号処理のための取り込み対象から除外するようになっている。

また、判定部 3 1 b は、上述の特徴抽出部 3 1 a からの信号を受けて、受光部 1 b からの電気信号がバーコードから反射された反射光について電気信号に変換されたものであるか否かを、図 7 に示す構成の場合よりもノイズ信号を除去する精度を高めながら判定できるようになっており、平均値算出部 3 1 i、最大値抽出部 3 1 j、除算処理部 3 1 k、第 2 しきい値保持部 3 1 l、第 2 比較部 3 1 m をそなえて構成されている。

ここで、平均値算出部 3 1 i は特徴抽出部 3 1 a のゲート部 3 1 h にて切り出された区間についての微分二乗信号の平均値を算出するもので、最大値抽出部 3 1 j は上述の切り出された区間の微分二乗信号の最大値を抽出するもので、除算処理部 3 1 k は上述の最大値抽出部 3 1 j からの最大値を平均値算出部 3 1 i からの平均値で除算するものである。

第 2 比較部 3 1 m は、除算処理部 3 1 k からの演算結果について、第 2 のしきい値保持部 3 1 l にて保持されているしきい値を下まわるか否かを判定するもので、下まわる場合には当該区間の信号がバーコードから反射された反射光について電気信号に変換されたものであると判定する一方、下まわらない場合には当該区間の信号がバーコード以外からの反射光についての電気信号であると判定するようになっている。

換言すれば、上述のゲート部 3 1 h にて切り出された区間の信号についての最大値を平均値で除算した値についてしきい値判定を行なうことにより、最大値と平均値との較差を判定し、この較差が小さいものをバーコード信号として切り出している。即ち、バーコード部分の信号は、他のノイズ部分よりも振幅変化が均一であるという性質があるため、最大値と平均値の較差が小さいものが他の区間の信号に比べて小さいものは、バーコード信号であると判断することができるのである。

ゲート部 3 1 n は、図 5 において対応するもの（符号 3 0 h）と同様に、第 2 比較部 3 1 m からの比較判定結果に基づき、入力信号がバーコードの反射光について電気信号に変換されたものであると判定された区間の信号成分を後段の信号処理のために取り込む一方、バーコードの反射光以外について電気信号に変換されたものであると判定された区間の信号成分については後段の信号処理のための取り込み対象から除外するようになっている。

このような構成により、受光部 1 b で受光された光が光走査部 1 A で走査された光のバーコード（標識）に対する反射光であるか否かを判定するにあたって、広帯域微分処理部 3 1 c で強弱光信号について微分処理を施し、二乗処理部 3 1 d で広帯域微分処理部 3 1 c からの微分信号を二乗したのち、移動平均部 3 1 e において、二乗処理部 3 1 d からの微分二乗信号について移動平均を算出する。

第 1 比較部 3 1 g では、算出された移動平均値が予め設定された第 1 のしきい値を超えているか否かを判定する。ゲート部 3 1 h では、第 1 比較部 3 1 g からの判定結果に基づいて、移動平均値が第 1 のしきい値を超えていると判定された場合には微分二乗信号を有効とする一方、移動平均値が第 1 のしきい値を超えていないと判定された場合には、微分二乗信号を無効とする。

さらに、平均値算出部 3 1 i ではゲート部 3 1 h からの有効な期間の微分二乗信号についての平均値を算出する一方、最大値抽出部 3 1 j ではゲート部 3 1 h からの有効な期間の微分二乗信号についての最大値を抽出する。

また、除算部 3 1 k では、上述の最大値抽出部 3 1 j にて抽出された最大値を、平均値算出部 3 1 i で算出された平均値で除算することにより、有効な期間の微分二乗信号についての平均値と最大値との較差を計算する。

第 2 比較部 3 1 m では、除算部 3 1 k にて計算された平均値と最大値との較差をあらかじめ除算値と、第 2 しきい値保持部 3 1 l にて保持された第 2 しきい値とを比較し、比較判定結果をゲート部 3 1 n に出力する。

ゲート部 3 1 n では、第 2 比較部 3 1 m からの比較判定結果に基づいて、除算値が第 2 のしきい値よりも小さい場合には、強弱状態検出信号における当該期間の部分を切り出すことにより、前記切り出された信号部分のみを取り込んで後段の適用型帯域制限微分部 1 f に出力する一方、前記較差が第 2 のしきい値よりも大きい場合には、強弱状態検出信号における当該期間の部分については取り込む対象から除外する。

たとえば、AD コンバータ 1 d から図 9 (a) に示すようなアナログ波形 (x) についてのデジタル変換された信号を入力され、広帯域微分処理部 3 1 c および二乗処理部 3 1 d における処理を施すことにより、図 9 (b) に示すようなアナログ波形に対応したデジタル信号が得られ、さらに、この信号についてゲート部 3 1 h にて切り出された区間の信号の最大値を、図 9 (c) に示すように計算された平均値で除算することにより、最大値と平均値との較差をあらかじめ除算値が得られる。

この場合においては、ゲート部 3 1 h にて切り出された区間の微分二乗信号 3 1-2 a ~ 3 1-2 c のうちで、図 9 (b) に示す区間 3 1-2 a のみが、第 2 比較部 3 1 m にてしきい値を下まわると判定すると、この区間 3 1-2 a の信号（図 9 (a) の符号 3 1-1 a 参照）がバーコード信号として取り込まれ、後段（具体的には適用型帯域制限微分処理部 1 f）に出力される。

なお、図 9 (b) 中において、バーコード信号部分の区間 3 1-2 a および 2 箇所のノイズ部分の区間 3 1-2 b, 3 1-2 c の微分二乗信号に関し、最大値はそれぞれ「0.009384」、「0.009380」、「0.008213」で、平均値はそれぞれ「0.00163」、「0.000548」、「0.000455」であり、除算処理部 3 1 k における除算結果については、それぞれ「5.757」、「17.12」、「18.05」となる。

この場合において、第 2 比較部 3 1 m にて比較する基準の第 2 しきい値を「10」と設定することで、区間 3 1-2 a のように、除算処理部 3 1 k からの除算結果が「10」以下であればバーコード信号の区間と判定する一方、区間 3 1-2 b, 3 1-2 c のように、除算処理部 3 1 k からの除算結果が「10」より大き

(27)

い場合であればバーコード信号の区間でないと判定することができる。

したがって、この場合においても、特徴抽出部31aおよび判定部31bにおいて、受光部1bからの電気信号が媒体から反射された反射光について電気信号に変換されたものであるか否かを判定し、ゲート部31nにおいて、判定結果に基づき反射光について電気信号に変換されたものであると判定された信号成分については取込信号として取り込む一方反射光以外の光について電気信号に変換されたものであると判定された場合には取込信号として取り込む対象から除外することができるので、二値化情報取込のために必要な部分以外を、情報読取装置における後段の信号処理の対象から除外することができるので、装置の処理負荷を軽減させることができる利点があるほか、上述の図5の場合よりも高精度にノイズを除去できるので、後段の信号処理の負荷をより軽減させることができる利点もある。

なお、本実施形態のバーコード読取装置においては、ADコンバータ1dをそなえ、特徴抽出部30aおよび判定部30bにおいては受光部1bからの電気信号についてアナログ信号からデジタル信号に変換されたものを入力されて、バーコードから反射された反射光について電気信号に変換されたものであるか否かを、当該ADコンバータ1dから入力されたデジタル信号に基づき判定すべく構成しているが、本発明によれば、ADコンバータ1dをそなえずに、アナログ処理部1Bからのアナログ信号について、アナログ信号処理により上述の場合と同様の切り出し処理を行ないうる回路を構成することもできる。

(C) 本実施形態にかかるバーコード読取装置における適用型帯域制限微分部の詳細な説明

次に、本実施形態にかかるバーコード読取装置における適用型帯域制限微分部1fについて、詳細に説明する。

(C-1) 本実施形態における最適帯域微分処理の要部の説明

まず、本実施形態にかかる適用型帯域制限微分部1fにて行なっている信号処理の要部について、図10および図11を用いて以下に説明する。

上述の図1に示すバーコード読取装置で読み取られるバーコードは、図10に示すように、モジュール情報（所定の情報長を有して1次元配置された二値化情報）6aをもとに白黒の印刷パターン6bを作成することにより得られる。

バーコード読取装置においては、このようなバーコードとされたものに対して、レーザビーム（ガウシアンビーム）6cとしての走査光が反射すると、その反射光をバーコード読取装置の受光部1bで集光し、光電変換する。この光電変換信号は増幅部1cで後段の回路に適したレベルまで増幅される（図10の符号6d、図11(a)～図11(d)参照）。

さらに、増幅部1cにて増幅された光電変換信号をモジュールの周波数 $f_{\text{mod}}$ を元に最適帯域微分処理にかけて（図10の符号6e、図11(e)参照）、この信号からモジュールのタイミングを抽出し、そのタイミングを元に振幅値を抽出し、「1」、「0」又は「-1」の三値化を行なっている（図10、図11(f)参照）。

換言すれば、アナログ処理部1Bにて取り込まれた取込信号から二値化情報の情報長における基本単位長（モジュール長）に関する情報を抽出するが、このモジュール長情報として、モジュール長に相当する基本周波数（モジュール周波数）として抽出し、抽出されたモジュール周波数情報に基づいて、取込信号について帯域制限処理を施した後、二値化情報の情報長の比（バーコード情報）を読み取っている。

したがって、二値化情報の情報長の比データを読み取る前処理として、取込信号から基本単位長（モジュール長）に相当する基本周波数を抽出し、抽出された基本周波数に基づいて取込信号の周波数帯域を制限する。

この中の最適帯域微分処理の特性としては、ゲイン特性を、入力信号の白黒幅情報の基本幅時間に相当する周波数程度、又はわずかに大きい程度の周波数をゲインピーク周波数とする余弦波相当特性とする一方、位相特性を、周波数に対し

(28)



で直線的に変化する位相特性とすることができる。

すなわち、帯域制限微分処理部 1 h において、前述の図 3 に示すごとときトランスバースフィルタを用いたデジタルフィルタ処理により行なっているが、このフィルタのゲイン特性については、モジュール周波数に応じて、以下の式 (2) ～ (4) に従って決定し、位相特性については式 (5) に従って決定する。

なお、式 (2) ～ (4) において、 $f_s$  は AD コンバータ 1 d のサンプリング周波数であって、AD コンバータ 1 d をそなえず、上述の帯域制限微分処理部 1 h をアナログフィルタによって構成する場合には以下の式 (3) の場合は不要である。ここで、以下の式において、 $f_{mod}$  は、モジュール周波数の  $1/2$  の周波数である。

$$\cos((f - f_{mod})\pi / (2 * f_{mod})) : 0 \leq f \leq 2 * f_{mod} \quad \dots (2)$$

$$\cos(((f - (f_s - f_{mod}))\pi / (2 * f_{mod}))) : f_s - 2 * f_{mod} \leq f \leq f_s \quad \dots (3)$$

$$0 : 2 * f_{mod} \leq f \leq f_s - 2 * f_{mod} \quad \dots (4)$$

$$\theta [\text{rad}] = -\pi / f_s * f + \pi / 2 \quad (-f_s / 2 < f < f_s / 2) \quad \dots (5)$$

この特性値を、 $f_s$  を  $n$  ( $n$  は、2 のべき乗となる数) で等間隔に分割し、それぞれの値を  $g_0 \sim g_{n-1}$  とする。これらのゲイン特性および位相特性からフィルタ特性を求める際には、以下の式 (6) および (7) に示すように実数部  $Re$  および虚数部  $Im$  を求め、これに対して IFFT (Inverse Fast Fourier Transform) 計算処理を行なって、フィルタ係数  $C_0 \sim C_{n-1}$  を算出する。

$$Re(n) = g_n * \cos(\theta_n) \quad \dots (6)$$

$$Im(n) = g_n * \sin(\theta_n) \quad \dots (7)$$

ここで得られた値  $C_0 \sim C_{n-1}$  のうち  $C_{n/2}$  をフィルタタップのセンターとする畳み込みフィルタを構成する。

参考までに、モジュール周波数の  $1/2$  の周波数  $f_{mod}$  が 910kHz の時のゲイン特性、位相特性及び畳み込み係数を示す図をそれぞれ図 1 2 ～図 1 4 に、 $f_{mod}$  が 2.5MHz の時のゲイン特性、位相特性及び畳み込み係数をそれぞれ図 1 5 ～図 1 7 に示す。

増幅部 1 c にて増幅された光電変換信号を AD コンバータ 1 d で離散値に変換されたものに対して、上述のごとき特性を有するフィルタ演算 (畳み込み演算) を施すことにより、出力信号は、図 1 8 に示すような微分波形となる。即ち、この波形は、黒バーから白バーに切り替わる点では振幅が最大値を、白バーから黒バーに切り替わる点では振幅が最小値を、黒バーおよび白バーのフラットな部分については、0 に収束するような波形となる。

すなわち、この図 1 8 に示すように、入力信号のモジュール周波数の  $1/2$  の周波数がフィルタのゲインピーク周波数と一致した場合が、エッジ情報を保ち、かつ高周波ノイズを除去して最適な信号となる。

仮に、上記フィルタのゲインピーク周波数を入力信号のモジュール周波数の  $1/2$  の周波数よりも大きく設定した場合は、図 1 9 に示す出力信号のように、エッジ情報は損なわれていないが、高周波成分を含んだ微分波形となり、ノイズ成分が含まれてくる。

逆に、フィルタのゲインピーク周波数が入力信号のモジュール周波数の  $1/2$  の周波数よりも小さく設定した場合は、図 2 0 に示す出力信号のように、バーコードパターンの符号間干渉により、エッジ情報が損なわれてしまう。

したがって、本実施形態においては、反射光の強弱信号検出信号を取り込んでからバーコードの各幅長データ間の整数比を読み取るまでの各処理が、基本幅時間 (基本単位長に相当する時間) の時間程度、又はその時間よりもわずかに小さくなるような程度の時間間隔による差分処理特性を有しており、これにより、上述のごときノイズ成分が含まれることを防止するとともに、符号間干渉の発生を

(29)

抑制している。

また、図1-2においてはADコンバータ1dによるサンプリング周波数が10MHzの場合の取込信号に対して、サンプリング周波数の帯域よりも狭い2MHzの帯域特性で微分処理を行なうことができ、さらに、図15においてもサンプリング周波数の帯域よりも狭い5MHzの帯域で微分処理を行なうことができるようになっている。一方、サンプリング周波数以上の帯域で微分処理を行なう場合においては、図12中の5MHzの点をピークとする折り返しの発生しない波形特性となるため、上述の帯域制限微分処理部1fとして期待される狭帯域特性を得ることができない。

そこで、媒体から、所定の情報長を有して1次元配置された二値化情報を含む信号について、ADコンバータ1dにて等時間間隔毎にサンプリングされた値として取り込み、この取込信号から前記二値化情報の情報長における基本単位長としてのモジュール長を抽出するにあたり、媒体情報から前記二値化情報の状態を抽出するまでの部分が、上述のサンプリング周波数による微分特性よりも狭い帯域をとっているのである。

また、モジュール周波数抽出部1gにおいて、上述のモジュール長情報を基本単位長に相当する基本周波数情報（モジュール周波数情報）として抽出し、帯域制限微分処理部1hでは、抽出された基本周波数情報に基づいて読取信号について帯域制限し、かつ微分処理を施した後、モジュール点毎振幅抽出部1iおよびモジュール数算出部1mにおいて、二値化情報の情報長の比を読み取っている。

したがって、取込信号から前記二値化情報の情報長における基本単位長を抽出するにあたり、媒体情報から前記二値化情報の状態を抽出するまでの部分が、等時間間隔による微分特性よりも狭い帯域をとることができるので、少なくとも二値化情報の情報長を読み取る際に最適な帯域に制限するための微分処理を行なうことができる。

なお、上述した本実施形態の最適帯域微分処理の説明は、バーコードパターンから理想の微分波形を得るまでについてに関するものであり、この最適帯域微分処理によって、ガウシアンビームによる影響および回路の遅延ひずみ特性等の要素も除去しうることはいうまでもない。

また、上述の説明においては、ガウシアンビームで走査した場合について述べているが、その他、例えばCCD（Charge Coupled Device）素子でバーコードパターンを獲得し、バーコードキャラクタを復調する場合にも適用することができる。

さらに、上述の説明においては、ADコンバータ1dで離散値に変換しているが、本技術は、アナログフィルタを用いて実現した場合も当てはまる。また、上述の説明においては、位相を直線変化する位相としているが、これに限定されず、例えば $f = 0 \sim f_s/2$ において90度程度の移相の特性としても良い。

（C-2）本実施形態の変形例における最適帯域微分処理の要部の説明

上述の（A-4）においては、帯域制限微分処理部1hにおける最適帯域微分処理は、ゲイン特性をcos特性としたフィルタによりフィルタ処理を行なっているが、これに限定されず、ゲイン特性として上述のcos特性に近似したものや、例えば以下の式（8）～（10）に示すようなcos二乗特性としてフィルタを構成しても、上述の場合と同様の微分処理を行なうことができる。

$$\cos^2((f - f_{\text{mod}})\pi / (2 * f_{\text{mod}})) : 0 \leq f \leq 2 * f_{\text{mod}} \quad \dots (8)$$

$$\cos^2(((f - (f_s - f_{\text{mod}}))\pi / (2 * f_{\text{mod}}))) : f_s - 2 * f_{\text{mod}} \leq f \leq f_s \quad \dots (9)$$

$$0 : 2 * f_{\text{mod}} \leq f \leq f_s - 2 * f_{\text{mod}} \quad \dots (10)$$

すなわち、上述の最適帯域微分処理を行なうフィルタの特性としては、ゲイン特性を、入力信号の幅情報の基本幅時間に相当する周波数程度、又はわずかに大

(30)

きい程度の周波数をゲインピーク周波数とする余弦は2乗特性とする一方、位相特性を、周波数に対して直線的に変化する位相特性としている。

なお、式(8)～(10)においても、 $f_s$ はADコンバータ1dのサンプリング周波数であって、ADコンバータ1dをそなえず、上述の帯域制限微分処理部1hをアナログフィルタによって構成する場合には上述の式(9)の場合には不要である。

参考までに、上述のフィルタ特性として、ゲイン特性をcos特性とした場合に位相特性を全周波数範囲において0[rad]にした場合について説明する。

この場合、モジュール周波数を中心周波数とする必要があり、そのフィルタを通した結果は、図21のようになる。この波形を見ると、バーコードの信号のエッジ情報は0クロス点(例えば図中A又はB)に存在することがわかる。

したがって、上述のフィルタ特性を有する回路を用いた場合には、次段の処理(例えばモジュール点ごと振幅抽出部1iの処理)を、従来方式による0クロス点を抽出する方式を用いればバーコードのモジュール数を抽出することができる。なお、この場合においても、ゲイン特性をcos特性でなくcos二乗特性とすることもできる。

(C-3) 本実施形態にかかるバーコード読取装置の適用型帯域制限微分部の説明

図22は本実施形態にかかるバーコード読取装置の適用型帯域制限微分部を示すブロック図であり、この図22に示すように、適用型帯域制限微分部1fは、モジュール周波数抽出部1g、帯域制限微分処理部1hおよびデシメーション処理部1h'をそなえて構成されている。

ここで、モジュール周波数抽出部(基本周波数抽出部)1gは、詳細には広帯域微分処理部11a、二乗処理部11b、FFT処理部11cおよびスペクトルピーク周波数抽出部11dをそなえて構成され、切り出し部1eにて切り出された光電変換信号(デジタル信号)について基本周波数たるモジュール周波数情報を抽出するものである。

また、広帯域微分処理部11aは、切り出し部1eにて切り出された光電変換信号(デジタル信号)について広帯域の微分処理を施すものであり、具体的には、読み取り可能な領域における前記取込信号の最大周波数以上の値をゲインピーク周波数とするような特性のフィルタによるフィルタ処理を、前述の(C-1)にて詳述したような手法で行なうものである。

二乗処理部11bは広帯域微分処理部11aにて微分処理の施された信号を二乗するもので、FFT処理部11cは、二乗処理部11bにて二乗された微分二乗信号についてFFT(Fast Fourier Transform)処理を施すものであり、スペクトルピーク周波数抽出部11dは、上述のFFT処理を行なった結果得られた周波数スペクトルのうちのピーク周波数に関する情報を抽出するものである。

さらに、帯域制限微分処理部(帯域制限部)1hは、 $1/2$ 計算部11e、フィルタ係数算出部11fおよび畳み込み処理部11gをそなえて構成され、モジュール周波数抽出部1gにて抽出されたモジュール周波数情報に基づいて、切り出し部1eにて切り出された光電変換信号(デジタル信号)の帯域を制限するための微分処理を行なうものである。

ここで、 $1/2$ 計算部11eは、スペクトルピーク周波数抽出部11dにて抽出された周波数スペクトルのピーク周波数の $1/2$ を演算して、ピーク周波数の $1/2$ 周波数を後段の畳み込み処理部11gにおける微分処理のゲインピーク周波数として出力するようになっている。

なお、スペクトルピーク周波数抽出部11dにて抽出されたピーク周波数について $1/2$ 計算部11eにて $1/2$ を計算して得られた周波数は、バーコードをなす基本単位長の白バーおよび黒バーを組とした幅に相当する周波数である。

たとえば、上述のFFT処理部11cにおけるFFT処理により、図23に示すようなスペクトルが得られた場合、スペクトルピーク周波数抽出部11dでは、スペクトルピーク11-2aの周波数を抽出したのち、 $1/2$ 計算部11eに

(31)

て上記抽出されたスペクトルピーク 11-2 a の周波数の  $1/2$  を畳み込み処理部 11 g における微分処理のゲインピーク周波数として出力するようになっているのである。

さらに、フィルタ係数算出部 11 f は上述の  $1/2$  計算部 11 e にて計算されたモジュール周波数情報の  $1/2$  の周波数  $f_{mod}$  をもとに、前述の (C-1) の手法に従って、帯域制限用の微分フィルタの畳み込み係数を決定するものである。即ち、モジュール周波数の  $1/2$  の周波数  $f_{mod}$  を用いて、前述の式 (2) ~ (5) を計算することにより得られるフィルタのゲイン特性および位相特性から IFFT 計算によってフィルタの畳み込み係数(フィルタ係数)を決定するのである。

また、畳み込み処理部 11 g は、フィルタ係数算出部 11 f にて算出されたフィルタ係数によって FIR (Finite Impulse Response) フィルタ等のデジタルフィルタを構成することにより、切り出し部 1 e からの光電変換信号(デジタル信号)について帯域が最適化された微分処理を施すものである。

なお、デシメーション処理部 1 h' は、畳み込み処理部 11 g にて畳み込み処理された信号(デジタル信号)を入力されて、このデジタル信号について、上述のモジュール周波数に応じてデータ数を間引くものであり、その詳細な構成については後述する。

このような構成により、適用型帯域制限微分部 1 f のモジュール周波数抽出部 1 g においてモジュール周波数(基本周波数)を抽出するにあたり、切り出し部 1 e にて取り込まれた光電変換信号(取込信号)について、広帯域微分処理部 11 a で、読み取り可能な領域における前記取込信号の最大周波数以上の値をゲインピーク周波数とするような微分処理を施す。

また、二乗処理部 11 b では広帯域微分処理部微分処理の施された信号について二乗処理を施し、FFT 処理部 11 c において、前記二乗処理の施された結果について周波数スペクトルによる解析を行ない、スペクトルピーク周波数抽出部 11 d では、前記周波数スペクトルによる解析結果から 0 Hz を除く有意のある周波数を上記モジュール周波数と判断して出力する。

帯域制限微分処理部 1 h では、このように抽出されたモジュール周波数を用いて、ゲイン特性を、このモジュール周波数の  $1/2$  の周波数に相当する周波数程度又はモジュール周波数の  $1/2$  の周波数よりもわずかに大きい程度の周波数をゲインピーク周波数とする余弦波相当特性とする一方、位相特性を周波数に対して直線的に変化する位相特性とするようなフィルタを構成して、畳み込み処理を行なうことにより、帯域が最適化された微分波形を得る。

したがって、本発明によれば、取込信号からバーコード情報のバー幅長におけるモジュール長に関する情報を抽出し、抽出されたモジュール長情報に基づいて、二値化情報の情報長の比を読み取ることができるので、ハードウェア規模ないし価格を抑えつつ、読み取り信号の S/N とともに読み取り分解能を向上させ、ひいては読取深度が拡大した場合や読取面に凹凸やかすみがあった場合の読取精度を向上させることができる利点がある。

さらに、モジュール長に相当するモジュール周波数を抽出し、抽出されたモジュール周波数に基づいて取込信号の周波数帯域を制限することができるので、取込信号から二値化情報の情報長における基本単位長に関する情報を抽出し、抽出された基本単位長情報に基づいて、二値化情報の情報長の比を読み取ることができるので、上述の場合と同様の利点を得ることができる。

(C-4) 本実施形態の変形例にかかるバーコード読取装置の適用型帯域制限微分部の説明

図 2 4 は本実施形態の変形例にかかるバーコード読取装置の適用型帯域制限微分部を示すブロック図であるが、この図 2 4 に示す適用型帯域制限微分部 1 f は、前述の図 2 2 に示すものに比して、FFT 処理部(符号 11 c 参照)が有限のサンプル数を持つために抽出した周波数に誤差を解消するために、更に詳細にモジュール周波数を抽出するためのものである。

(32)

この図24に示す適用型帯域制限微分部1fについては、前述の図22に示すものと構成が異なるモジュール周波数抽出部1gをそなえるとともに、前述の図22に示すものと基本的に同様の構成よりなる帯域制限微分処理部1hおよびデシメーション処理部1h'をそなえて構成されている。

なお、帯域制限微分処理部1hは前述の図22に示すものと同様のフィルタ係数算出部12nおよび畳み込み処理部12o（図22の符号11fおよび11g参照）をそなえている。

ここで、モジュール周波数抽出部1gは更に、切り出し部1eにて取り込まれた光電変換信号（デジタル信号）から第1モジュール周波数を抽出しうる第1モジュール周波数抽出部12f-1と、この第1モジュール周波数に基づいて第2モジュール周波数を抽出する第2モジュール周波数抽出部12f-2とをそなえて構成されている。

第1モジュール周波数抽出部12f-1については、前述の図22に示す機能部（符号11a～11e参照）に対応する広帯域微分処理部12a、二乗処理部12b、FFT処理部12cおよびスペクトルピーク周波数抽出部12dをそなえて構成されている。従って、第1モジュール周波数抽出部12f-1にて抽出される第1モジュール周波数は、前述の図22に示すモジュール周波数抽出部1gにて抽出されるモジュール周波数と同様の処理により抽出されたものである。

また、第2モジュール周波数抽出部12f-2は更に、乗算部12h-1、12h-2、LPF（Low Pass Filter）12h-3、12h-4、振幅正規化部12i、ベクトル差分計算部12j、位相計算部12k、積分部12l、モジュールf2抽出部12mをそなえて構成されている。

ここで、乗算部12h-1は、二乗処理部12bからの微分二乗信号（ $X_n$ ）に、第1モジュール周波数抽出部12f-1にて得られた第1のモジュール周波数f1の余弦関数 $\cos(2\pi f_1)$ を乗算するものであり、乗算部12h-2は、二乗処理部12bからの微分二乗信号（ $X_n$ ）に、第1モジュール周波数抽出部12f-1にて得られた第1のモジュール周波数f1の正弦関数 $-\sin(2\pi f_1)$ を乗算するものである。

したがって、これらの乗算部12h-1、12h-2により、微分二乗信号について、モジュール周波数f1を用いることにより以下の式（11）、（12）のようにベクトル化するようになっている。なお、式（11）、（12）において、nは各サンプリングデータに、「1」から時系列的に順次付された番号であり、tsはサンプリング周期である。

$$A_n(\text{Re}) = X_n * \cos(2\pi * f_1 * n * t_s) \quad \dots (11)$$

$$A_n(\text{Im}) = X_n * (-1) * \sin(2\pi * f_1 * n * t_s) \quad \dots (12)$$

すなわち、誤差の無い真のモジュール周波数の成分（ $2 * f_0$ ）と、第1モジュール周波数抽出部12f-1にて抽出されたモジュール周波数f1との関係は、上述のベクトル化によって、式（13）と表すことができる。

$$\Delta f = 2 * f_0 - f_1 \quad \dots (13)$$

また、LPF12h-3、12h-4は、FIRフィルタ等により構成され、上述の $\Delta f$ 成分のみを取り出すためのものであり、振幅正規化部12iは、上述のLPF12h-3、12h-4を通過したベクトル信号12p、12qの振幅を以下の式（14）、（15）に従って正規化するものである。

$$B_n(\text{Re}) = 1 / \sqrt{(A_n(\text{Re})^2 + A_n(\text{Im})^2)} * A_n(\text{Re}) \quad \dots (14)$$

$$B_n(\text{Im}) = 1 / \sqrt{(A_n(\text{Re})^2 + A_n(\text{Im})^2)} * A_n(\text{Im}) \quad \dots (15)$$

ベクトル差分演算部12jは、振幅正規化部12iにて正規化された複素数データ12rについて、式（16）に示すように、1サンプル時間遅延させたものとの複素共役をとることにより、ベクトル差分を計算するものであり、複素数データ12rについて1サンプル時間遅延させる遅延部12j-1および乗算器1

(33)

2 j - 2をそなえて構成されている。なお、以下の式(16)において、B及びCはベクトルを示すものであるが、便宜上ベクトル表記は省略する。また、(\*)は複素共役を示すものである。

$$C_n = B_n * B_{n-1} (*) \dots (16)$$

また、位相計算部12kは、ベクトル差分計算部12jからのベクトル差分の演算結果として入力された各ベクトルデータ列12tの位相を計算するものであり、積分部12lは、位相計算部12kで計算された位相差データについて、切り出し部1eにおけるデータの切り出し単位で積分することにより、位相変化量 $\theta_{sum}$ を算出するものである。

換言すれば、ベクトル差分計算部12jにて差分が計算されたベクトルの位相が、第1モジュール周波数の周波数誤差によるものであるため、この位相差データについて積分することにより、切り出し部1eにて切り出される時間単位の位相変化 $\theta_{sum}$ を算出することができるのである。

さらに、モジュールf2抽出部12mは、積分部12lからの切り出し区間(t)単位内の位相変化量 $\theta_{sum}$ から、式(17)、(18)に示すように、モジュール周波数誤差 $\Delta f$ を算出し、この誤差分で第1モジュール周波数f1を正確な第2モジュール周波数f2に補正するようになっている。

$$\Delta f = \theta_{sum} / (2\pi t) \dots (17)$$

$$f_2 = f_1 + \Delta f \dots (18)$$

このような構成により、図24に示す適用型帯域制限微分部1fの第1モジュール周波数抽出部12f-1では、モジュール周波数情報(基本周波数情報)を抽出するにあたり、切り出し部1eからの取込信号について、広帯域微分処理部12aにおいて、読み取り可能な領域における前記取込信号の最大周波数以上の値をゲインピーク周波数とするような微分処理を施す。

また、二乗処理部12bにおいて微分処理の施された信号について2乗処理を施し、FFT処理部12cにおいて2乗処理の施された結果について周波数スペクトルによる解析を行ない、スペクトルピーク周波数抽出部12dにおいて、周波数スペクトルによる解析結果から0Hzを除く有意のある周波数を前記基本単位長に相当する概算の基本周波数と判断し、第1モジュール周波数として出力する。

また、第2モジュール周波数抽出部12f-2では、第1モジュール周波数抽出部12f-1からの概算の周波数で求めた周波数を元に、二乗処理部12bにて2乗処理の施された信号について復調処理を施すとともに乗算部12h-1、12h-2にてベクトル化し、LPF12h-3、12h-4にて、復調およびベクトル化された信号について高周波成分を除去する。

さらに、ベクトル差分計算部12jにおいて、LPF12h-3、12h-4にて高周波成分を除去された信号の1サンプル時間遅延させたものの位相差を求めたのち、位相計算部12kおよび積分部12lにおいて、ベクトル差分計算部12jにて求められた位相差から、上述の第1モジュール周波数と正確なモジュール周波数との周波数ずれ $\Delta f$ を算出し、モジュールf2抽出部12mにおいて、算出された周波数ずれ $\Delta f$ を上述の第1モジュール周波数f1に加算した結果を、誤差が補正された第2モジュール周波数と判断する。

たとえば、第1モジュール周波数f1が454101Hzと計算された場合には、LPF12h-3からの出力信号12pは図25の波形12-1aのようになり、LPF12h-4からの出力信号12qは図25の波形12-1bのようになり、積分部12lによって計算された切り出し期間における位相変化は図26のようになる。

ここで、この図26において、切り出し開始時点(切り出し部1eによる信号取込開始時点;  $t = 0 [\mu s]$ )においては、位相 $\theta$ は「-0.76[rad]」であり、切り出し終了時点( $t = 2047 [\mu s]$ )においては位相 $\theta$ は「1.18[rad]」となっている。

これにより、積分部12lでは単位切り出し区間あたりの位相変化 $\theta_{sum}$ は、

$$(34)$$

式(19)により「2.94[rad]」と算出される。さらに、モジュールf2抽出部12mでは、誤差分の周波数 $\Delta f$ について、以下の式(20)のように「229[Hz]」であると導出するとともに(式(17)参照)、補正された正確なモジュール周波数f2について、以下の式(21)のように「454230[Hz]」であると導出される(式(18)参照)。

$$\theta_{\text{sum}} = (1.18) - (-0.76) = 2.94[\text{rad}] \cdots (19)$$

$$\Delta f = 2.94 \text{ rad} / (2\pi * 2047 \mu\text{s}) = 229 \text{ Hz} \cdots (20)$$

$$\begin{aligned} f_2 &= f_1 + \Delta f \\ &= 454101 \text{ Hz} + 229 \text{ Hz} \\ &= 454330 \text{ Hz} \cdots (21) \end{aligned}$$

このようにして、周波数誤差が補正されたモジュール周波数f2が抽出されると、帯域正弦微分処理部1hのフィルタ係数算出部12nでは、前述の(C-3)の場合と同様に、帯域制限用の微分フィルタの畳み込み係数を決定して、このフィルタ係数を用いて、切り出し部1eからの信号を畳み込み処理部12oにて畳み込み処理を行なうことにより、帯域が最適化された微分波形を得ることができる。

したがって、この場合においても、取込信号からバーコード情報のバー幅長におけるモジュール長に関する情報を抽出し、抽出されたモジュール長情報に基づいて、二値化情報の情報長の比を読み取ることができるので、ハードウェア規模ないし価格を抑えつつ、読み取り信号のS/Nとともに読み取り分解能を向上させ、ひいては読取深度が拡大した場合や読取面に凹凸やかすみがあった場合の読取精度を向上させることができる利点がある。

(C-5) 本実施形態における適用型帯域制限微分処理後のデシメーション処理の説明

次に、適用型帯域制限微分部1fのデシメーション処理部1h'の詳細について説明する。

図27および図28は、上述の適用型帯域制限微分部1fのデシメーション処理部1h'における処理を説明するための図である。デシメーション処理部1h'は、例えば前述の図3に示すようなディジタルフィルタ等により構成され、帯域制限微分処理部1hにて帯域制限された信号(ディジタル信号)を入力されて、このディジタル信号について、上述のモジュール周波数に応じてデータ数を間引くものであり、これにより、後述の計算処理量を軽減させることができるようになっている。

換言すれば、二値化情報を含む信号を取り込む際に所定のサンプリング間隔でサンプリングされたディジタル信号として取り込まれる一方、各幅長データ間の整数比としてのバーコード情報を読み取る前処理として、デシメーション処理部1h'により、信号帯域が制限されたディジタル信号についてモジュール周波数情報に応じてデータ数を間引くことができる。

すなわち、図27のフローチャートに示すように、ステップS1で前述のモジュール周波数抽出部1gにて抽出されたモジュール周波数が、図28に示す区分①~④のいずれに該当するかを判定し(ステップS2)、判定された区分に応じた間引き量で、帯域制限微分処理部1hにて帯域制限された信号についてデータ量を間引いて、後段のモジュール点毎振幅抽出部1iに出力するようになっている。

具体的には、デシメーション処理部1h'では、抽出されたモジュール周波数が625[kHz]から1.25[MHz]の間の領域(図28の領域②参照)にある場合には、帯域制限微分処理部1hからのデータ量を1/2に間引くようになっている(図27のステップS3)。

同様に、モジュール周波数が312.5[kHz]から625[kHz]の間の領域(図28の領域③参照)にある場合にはデータ量を1/4に間引き(ステップS4)、モジュール周波数が166.25[kHz]から312.5[kHz]の間の領域(図2

8の領域④参照)にある場合にはデータ量を1/8に間引くようになっている(ステップS5)。

なお、デシメーション処理部1h'では、モジュール周波数抽出部1gにて抽出されたモジュール周波数が1.25[MHz]から2.5[MHz]である場合(図28の領域①参照)には、データ量の間引きは行わずにそのまま後段のモジュール点ごと振幅抽出部1iに出力するようになっている(ステップS2)。

したがって、デシメーション処理部1h'により、バーコード情報を含む信号を取り込む際に所定のサンプリング間隔でサンプリングされたデジタル信号として取り込まれる一方、各バー幅長データ間の整数比を読み取る前処理として、信号帯域が制限されたデジタル信号について、モジュール周波数情報に応じてデータ数を間引くことができるので、モジュール周波数が低周波になるに従って、信号のサンプル点を多く必要とせずに、バーコード情報を読み取ることができる。即ち、このモジュール周波数に応じて最適な情報量にデータ量を間引くことで計算処理量を軽減させることができる。

(C-6) 本実施形態における適用型帯域制限微分部の第2、第3変形例の改良点の説明

本実施形態における適用型帯域制限微分部の第2、第3変形例においては、上述の図22に示すような基本周波数を抽出する技術において、以下に示すような、スペクトルピークの正確な抽出に支障をきたす要因に対して更なる対策を講じることによって、スペクトルピーク周波数抽出部11dにて抽出する基本周波数の精度の低下を防止したものである。

ガウシアンビームをバーコードに対する照射光として走査する場合に、読取深度によって変化するバーコード照射時のビーム径、ビーム速度(走査速度)、バーコードによって種々規定されるバー幅等の値によって、前述の図22に示す適用型帯域制限微分部1fにて得られる光強度に応じた振幅値の電気信号が、図72に示すように高周波成分が劣化する(これをガウス劣化という)場合がある。

LDにて発光するレーザ光としては、一般的には図70(b)に示すような強度特性を有するガウシアンビームが用いられる。この図70(b)に示すように、ガウシアンビームは中央部分の光強度が最も強く中央から外側に離れるに従って次第に強度が小さくなる特性を有し、さらに読取深度が深くなるとビームが拡散する特性を有している。

このような特性を有するガウシアンビームを図70(a)に示すようにバーコード200に対する照射光として走査させる場合には、適正な条件で読取動作が行なわれれば上述のビーム径、ビーム速度またはバー幅等の値が適正值となり〔(ビーム径/バー幅)=小〕、図71に示すように高周波成分が劣化しない特性が得られるものの、例えばバー幅の狭いバーコードを読み取る場合やオペレータの読取動作条件によってバーコードに照射されるビーム径が、バー幅に比べて相対的に大きくなっている場合〔(ビーム径/バー幅)=大〕は、上述の図72に示すようにガウス劣化が生ずるのである。

すなわち、この図72に示すスペクトル分布の場合には、スペクトル強度(ゲイン)にばらつきを持ちつつ高周波成分が劣化する特性を有しているので、各周波数点のスペクトル強度を単純に比較するという手法では、モジュール周波数の2倍の周波数の点におけるスペクトルピークを抽出することが困難となる。

具体的には、この図72に示す抽出したい周波数(基本周波数の2倍の周波数)におけるゲインピーク値が、周辺の周波数におけるゲイン値に比して最大値とならず、スペクトルピーク周波数抽出部(図22の符号11d参照)において、周波数特性が減衰している領域においてこれを正しく抽出するためには、基本周波数の検出処理が複雑になる。

また、上述のごときガウシアンビームを用いたバーコード読取装置の場合以外に、CCD等による外来の光によりバーコードの白黒を検出するタイプのバーコード読取装置においては、このCCD低分解能の場合にも上記のような高周波成分の劣化が同様に生ずる。



本実施形態における適用型帯域制限微分部 1 f の第 2, 第 3 の変形例としてのモジュール周波数抽出部 1 g-1, 1 g-2 においては、以下に (C-7), (C-8) で詳述するように、光強度に応じた振幅の電気信号の周波数スペクトルによる解析結果に劣化が生じている場合においても、簡易な処理で劣化を補正することにより正確に基本周波数を抽出できるようにしている。

(C-7) 本実施形態における適用型帯域制限微分部 1 f の第 2 の変形例としてのモジュール周波数抽出部 1 g-1 の説明

図 6 3 は上述の図 2 2 に示すバーコード読取装置の適用型帯域制限微分部 1 f において、モジュール周波数抽出部 1 g に代えてモジュール周波数抽出部 1 g-1 を適用した例について示すブロック図であり、この図 6 3 に示すモジュール周波数抽出部 1 g-1 は、前述の図 2 2 に示すものにおいて図 6 6 の A に示すようなスペクトル分布が得られた場合においても、この図 2 2 に示すものを改良することにより、以下に示す周波数スペクトル解析結果の劣化をフラットに補正する処理 (図 6 6 の B 参照) を行なうことを通じて、抽出すべきスペクトルピークを容易且つ高精度に抽出するものである。

ここで、モジュール周波数抽出部 (基本周波数抽出部) 1 g-1 は、広帯域微分処理部 1 1 a, 二乗処理部 1 1 b, FFT 処理部 1 1 c, 周波数間引部 1 1 h, 二乗誤差計算部 1 1 i, 最適補正係数抽出部 1 1 j, 周波数特性データベース 1 1 k, 逆数計算部 1 1 m, 基準値保持部 1 1 n, 補間処理部 1 1 p, 乗算器 1 1 q およびスペクトルピーク周波数抽出部 1 1 d をそなえて構成されている。

すなわち、本実施形態にかかるモジュール周波数抽出部 1 g-1 においては、以下に示す周波数間引部 1 1 h, 二乗誤差計算部 1 1 i, 周波数特性データベース 1 1 k および最適補正係数抽出部 1 1 j において、前述の図 6 6 の A に示すようなガウシアン劣化等の周波数特性を劣化させる要因が混入している二乗後の波形について劣化特性を抽出し、逆数計算部 1 1 m, 基準値保持部 1 1 n および補間処理部 1 1 p において、この劣化特性の逆特性データを補正用に算出して、算出された逆特性データによってスペクトル解析結果を乗算することにより、周波数軸上においてゲイン (または、スペクトル強度) が平坦化されたスペクトル分布に補正して、補正したスペクトル解析結果から前述のモジュール周波数を高精度に抽出するようになっている。

ここで、広帯域微分処理部 (微分処理部) 1 1 a は、信号取込部を構成する切り出し部 1 1 e からの取込信号について、読み取り可能な領域における前記取込信号の最大周波数以上の値をゲインピーク周波数とするような微分処理を施すものである。更に、二乗処理部 1 1 b は、広帯域微分処理部 1 1 a にて微分処理の施された信号について二乗処理を施すものである。

また、FFT 処理部 (周波数スペクトル解析部) 1 1 c は、二乗処理部 1 1 b にて二乗処理の施された結果について周波数スペクトルによる解析を行なうものである。具体的には、FFT 処理部 1 1 c においては、二乗処理部 1 1 b からの演算結果について、高速フーリエ変換 (FFT; Fast Fourier Transform) を行なうて、スペクトルを求めるようになっている。

例えば、FFT 処理部 1 1 c においては、二乗処理部 1 1 b からの演算結果について、サンプリング周波数を例えば 10 MHz 程度とすると、図 6 4 の (a) に示すように、0.1  $\mu$ s 間隔のサンプリングデータ ( $x_0, x_1, x_2, \dots, x_{1024}$ ) について、1024 ポイント ( $x_0$  を含めるとすれば 1025 ポイント) 程度の高速フーリエ変換 (FFT; Fast Fourier Transform) を行なうて [図 6 4 の (b) 参照]、スペクトルを求めるようになっている。この場合には、FFT 処理部 1 1 c において、10 MHz を 1024 分割した周波数毎のスペクトル Y [図 6 4 の (c) に示す  $y_0, y_1, y_2, \dots, y_{1024}$  参照] を得ることができる。

さらに、周波数間引部 (間引き部) 1 1 h は、FFT 処理部 1 1 c からの周波数スペクトル解析結果を成す解析データ Y について周波数間引きを行なうて、近似特性データ Z [図 6 4 の (e) に示す間引き結果  $z_0, z_1, z_2, \dots, z_3$

(37)

2参照]を求めるものである。例えば図64の(d)に示すように、周波数間引部11hは、上述のFFT処理部11cにて得られた1024ポイントの周波数スペクトル点を、例えば32ポイント程度ごとの間隔で間引き、間引いた結果Zを二乗誤差計算部11iに出力するようになっている。これにより、サンプリング周波数10MHzを32分割した周波数(312.5kHz)ごとのスペクトルデータ(間引き後の残りの解析データ)を得ることができる。

この図64の(e)の場合においては、FFT結果Yとしての解析データ $y_0, y_1, y_2, \dots, y_{1024}$ について周波数間引きを行なうことにより、 $y_0$ を間引き後のデータ $z_0$ 、 $y_{32}$ を $z_1$ 、 $y_{64}$ を $z_2$ 、 $y_{96}$ を $z_3$ とし、以降順次 $z_{32}$ ( $y_{1024}$ )の値まで定めている。

なお、上述の間引き数(つまり、間引き間隔)としては、スペクトル強度のばらつきを除去できるように設定する。ここでいうスペクトル強度のばらつきとは、特定の周波数点におけるスペクトル強度(例えば図72の点a、点b参照)が他の周波数軸上のスペクトル強度変化に比べ突出しているようなスペクトル分布を有していることをいうものとする。また、このような突出したスペクトル強度を持つ周波数点をスパイク点ともいう。

すなわち、スパイク点の数は、通常は他の周波数点の数に比べて少ないので、上述の周波数間引き部11hによる周波数点の間引きを行なって、後段の補間処理部11pによる補間処理と協同して、補正用の逆特性データに含まれる当該スパイク点の要素を除外することにより、逆特性データのスペクトル強度の変動を減少させている。

さらに、周波数特性データベース(基準周波数特性データベース)11kは、n種類(nは複数)の基準周波数特性を有する離散データ群を予め保持するものである。具体的には、図65に示すように、n種類の周波数特性 $F_1 \sim F_n$ を有するようなそれぞれの離散データ $f_1 \sim f_n$ を保持するものである。なお、図65中における周波数特性 $F_1 \sim F_n$ は周波数軸上において連続した値を有する特性として図示されているが、上述の各周波数特性 $F_1, F_2, \dots, F_n$ にかかる離散データ $f_1, f_2, \dots, f_n$ としては、前述の周波数間引部11hにて解析データが間引かれた残りのデータ数( $z_0$ を含めて33個)に対応させて、間引きにより残す対象となる周波数点に対応した33個の離散データ $f_1(0) \sim f_1(32), f_2(0) \sim f_2(32), \dots, f_n(0) \sim f_n(32)$ として保持しておくことができる。

また、上述の周波数特性 $F_1 \sim F_n$ を有する離散データ $f_1 \sim f_n$ は、少なくともバーコードに対する読取動作によって取り込まれた取込信号として想定される特性を有するものである。また、読取時に照射されるガウシアンビームの特性やCCDの分解能等に応じて想定される取込信号の周波数特性から、保持しておく離散データにおける周波数特性を設定するようにしてもよい。

二乗誤差計算部11iは、周波数間引部11hにて周波数間引きされた後の残りの解析データ $z_0, z_1, \dots, z_{32}$ と、上述の周波数特性データベース11kからのn種類の基準周波数特性との二乗誤差 $E_m$ [ $m$ は $1 \sim n$ 、式(47)参照]を、それぞれ計算するものである。即ち、二乗誤差計算部11iにおいては、この式(47)に示すように、間引きによって残されたデータ $z_0, \dots, z_{32}$ と、それぞれの周波数点に対応した33個の離散データ $f_m(0), \dots, f_m(32)$ との差分の二乗和を演算する。

$$(47)$$

最適補正係数抽出部11jは、上述の二乗誤差計算部11iからの各二乗誤差計算結果を比較して、最も二乗誤差が最小となる周波数特性 $F$ にかかる離散データ $f(0) \sim f(32)$ を、周波数スペクトル解析結果に対する最適な補正係数として周波数特性データベース11kから取り出すものである。

上述のごとき二乗誤差計算部11i、周波数特性データベース11kおよび最適補正係数抽出部11jが協同することによって、ノイズベース(劣化要因が含まれた状態)における近似特性データを抽出することによって、周波数間引き後

(38)

においてもスパイク点が残存している場合、特に後段のスペクトルピーク周波数抽出部11dにおいて抽出すべきスペクトルピークの周波数点が残存している場合において、このスペクトルピークの周波数点についてのゲインが、後段の逆数計算部11mおよび補間処理部11pにて計算される逆特性データに反映されることを防止している。

したがって、上述の二乗誤差計算部11iおよび最適補正係数抽出部11jにより、周波数間引部11hにて周波数間引きを行なった後の残りの解析データZと周波数特性データベース11kにて保持された基準周波数特性Fmとを比較して、当該残りの解析データに最も近い周波数特性を有する離散データFを近似特性データとして抽出する最適特性抽出部として機能する。

また、逆数計算部（逆数データ算出部）11mは、最適補正係数抽出部11jにて抽出された近似特性データを成す離散データに対する逆数データRを算出するものである。具体的には、最適補正係数抽出部11jにて抽出された離散データ $f(0) \sim f(32)$ に対して、基準値保持部11nにて保持されている基準値Ref（例えば、“1”）をもとに逆数 $[Ref/f(0), Ref/f(1), \dots, Ref/f(n)]$ を逆数データRとして算出するようになっている。

さらに、補間処理部（補間部）11pは、逆数算出部11mにて算出された逆数データRを例えば一次式近似で補間することにより、例えば図4のCで示すような逆特性データの算出結果Rcとして出力するものである。これにより、周波数軸上において離散的な値を持つ逆数データRを、周波数軸上において連続した値を有するデータRcとして出力するようになっている。この場合には、上述の補間処理部11pは一次式近似補間部として構成され、負荷の少ない演算処理によって補間処理を行なっている。

すなわち、補間処理部11pによって、周波数間引部11hによる周波数間引き処理によって周波数点の抜けた部分に相当する解析データYに対する補正用の逆数データを算出できるようになっている。

したがって、上述の周波数間引部11h、最適特性抽出部としての二乗誤差計算部11iおよび最適補正係数抽出部11j、周波数特性データベース11k、逆数計算部11m、基準値保持部11nならびに補間処理部11pによって、FFT処理部11cからの周波数スペクトル解析結果についての近似特性データの逆特性データを算出する逆特性データ算出部として機能している。

なお、上述の補間処理部11pにおける補間処理としては、離散データ間を単調増加または単調減少となるような特性になるものであればよく、例えば、間引き処理で抜けた周波数間をゲインが段階的に増加または減少するような補完を行なうようにしたり、更には、他の公知の手法によって補間することとしてもよい。

乗算器11qは、FFT処理部11cからの周波数スペクトル解析結果を成す解析データY（図4のA参照）と、上述の補間処理部11pにて算出されたデータRc（同図のC参照）を乗算するものであり、これにより、補正された周波数スペクトル解析結果Xc（同図のB参照）を後段のスペクトルピーク周波数抽出部11dに出力できるようになっている。換言すれば、乗算器11qは、補間処理部11pにて算出された逆特性データで、上述の周波数スペクトル解析結果を補正する解析結果補正部としての機能を有していることになる。

さらに、スペクトルピーク周波数抽出部11dは、乗算器11qにおいて補正された周波数スペクトル解析結果Xcから、最大値をとる周波数点（周波数軸上において0Hzを除く有意のある周波数）をスペクトルピークとして抽出するものであって、この抽出されたスペクトルピークにかかる周波数を基本周波数（モジュール周波数）として出力するようになっている。

したがって、上述のスペクトルピーク周波数抽出部11dにより、乗算器11qにて補正された周波数スペクトル解析結果から0Hzを除く有意のある周波数を上記基本周波数として抽出する抽出部として機能する。

ついで、上述のごとく構成されたモジュール周波数抽出部1g-1による処理

(39)

動作について、図67に示すフローチャート（ステップA1～ステップA11）に従って説明していくこととする。

まず、広帯域微分処理部11a、二乗処理部11bおよびFFT処理部11cにおいて、切り出し部1eにて取り込まれたバーコード読取信号Xについて前述の図1の場合と同様の広帯域微分処理、二乗処理およびFFT処理を行ない（ステップA1）、このFFT処理の結果Yについては乗算器11qに出力するとともに周波数間引部11hに出力する。

周波数間引部11hに出力されたFFT処理の結果Yについては、当該周波数間引部11h、二乗誤差計算部11i、最適補正係数抽出部11j、逆数計算部11mおよび補間処理部11pにおいてそれぞれの処理が順次施されることによって、FFTの結果Yについての近似特性データの逆特性データを算出する（ステップA2～ステップA8）。

周波数間引部11hでは、FFT処理部11cからの周波数スペクトル解析結果Y（図4のA参照）を成す解析データ $y_0, y_1, y_2, \dots, y_{1024}$ を入力されて、この解析データ $y_0, y_1, y_2, \dots, y_{1024}$ について周波数間引きを行ない、間引きが行なわれた結果Zとしての間引き後のデータ $z_0, z_1, \dots, z_{32}$ を二乗誤差計算部11iに出力する（ステップA2）。

ついで、二乗誤差計算部11iおよび最適補正係数抽出部11jにおいては間引きが行なわれた結果Zと、周波数特性データベース11kからの基準周波数特性 $F_m$ とを比較して、結果Zに最も近い基準周波数特性を近似特性データFとして求める。

具体的には、間引き後のデータ $z_0, z_1, \dots, z_{32}$ を受けた二乗誤差計算部11iでは、これらのデータ $z_0, z_1, \dots, z_{32}$ と、周波数特性データベース11kからのn種類の基準周波数特性との二乗誤差 $E_m$  [ $m$ は1～n、式(47)参照]を、順次計算していく（ステップA3のNOルートからステップA4、ステップA5のループ）。

すなわち、二乗誤差計算部11iでは、周波数データベース11kに記憶されているn種類の周波数特性 $F_1 \sim F_n$ のうちで、1種類の周波数特性 $F_m$ にかかる離散データ $f_m(0), \dots, f_m(32)$ をロードして（ステップA4）、これらのデータ $z_0, z_1, \dots, z_{32}$ と、ロードした離散データ $f_m(0), \dots, f_m(32)$ とを用いて、上述の式(47)に基づいて二乗誤差を演算する（ステップA5）。

二乗誤差計算部11iにおいては、このように周波数特性データベース11kに記憶される全ての周波数特性 $F_1 \sim F_n$ についての二乗誤差を順次計算して、計算結果を後段の最適補正係数抽出部11jに出力するが、これらの計算結果を受けた最適補正係数抽出部11jでは、二乗誤差計算部11iからの計算結果が最小となる周波数特性Fに対応する離散データ $f(0), \dots, f(32)$ を、周波数特性データベース11nから最適補正係数（即ち、近似特性データ）として取り出す（ステップA6）。

さらに、逆数計算部11mでは、最適補正係数抽出部11jにおいて取り出された離散データ $f(0), \dots, f(32)$ について、基準値保持部11nにて保持された基準値 $R_{ef}$ をもとに逆数Rを計算する（ステップA7）。続いて、補間処理部11pでは、逆数計算部11mにて計算された逆数データRとしての離散データ $R_{ef}/f(0), \dots, R_{ef}/f(32)$ について一次式近似による補間を行ない、逆数データRを周波数軸上において連続的に変化するデータ $R_c$ （図66のC参照）を算出する（ステップA8）。

乗算器11qでは、前述のFFT処理部11cにおいて得られた周波数スペクトル解析結果Yとしての解析データ $y_0, y_1, \dots, y_{1024}$ （図66のA参照）に、補間処理部11pにおいて上述のごとく算出されたデータ $R_c$ を乗算する。このとき、それぞれの解析データ $y_0, y_1, \dots, y_{1024}$ における周波数点に対応した補間データ $R_c$ で、各解析データを補正することを通じて、劣化要因が含まれた周波数スペクトル解析結果を補正している（ステップA9）。換

(40)

言すれば、周波数間引部 11h にて間引かれている周波数点に対応する解析データについても、補間されたデータ Rc から対応する周波数点の値で補正することができる。

スペクトルピーク周波数抽出部 11d では、上述のごとく劣化要因が補正された周波数スペクトル解析結果 Xc (図 66 の B 参照) から、0 Hz を除く有意のある周波数、即ち、周波数毎のスペクトル値を比較して最もスペクトル値の大きい点の周波数を、スペクトルピーク周波数として抽出し (ステップ A10)、この抽出されたスペクトルピークにかかる周波数を基本周波数 (モジュール周波数) として出力する (ステップ A11)。

このように、本変形例にかかるモジュール周波数抽出部 1g-1 によれば、バー幅の狭いバーコードを読み取る場合やオペレータの読取動作等の条件に起因してバーコードに照射されるガウシアンビームのビーム径がバー幅に比べて相対的に大きくなっている場合や、CCD を適用したバーコード読取装置の場合における当該 CCD の分解能によって、周波数スペクトルの解析結果が劣化している場合であっても、簡易な処理で劣化を補正することにより正確に基本周波数を抽出できるようにしているので、以下のような利点を得ることができる。

①バーコード読取装置としての読取可能な範囲を広げることができる。具体的には、読取深度は、オペレータによる読取動作によって変化するものであるが、バーコード読取装置として読取可能な読取深度の条件の範囲を広げることができる。

②読取可能なバーコード幅を狭めることができる。

③CCD の分解能が低い場合であっても、スペクトルピークを簡易な処理で高精度に抽出できるので、読取精度を向上させることができる利点がある。

また、二乗誤差計算部 11i、周波数特性データベース 11k および最適補正係数抽出部 11j により、特に後段のスペクトルピーク周波数抽出部 11d において抽出すべきスペクトルピークの周波数点が残存している場合に、このスペクトルピークの周波数点についてのゲインが、後段の逆数計算部 11m および補間処理部 11p にて計算される逆特性データに反映されることがないようにしているので、スペクトルピーク周波数を、単純なスペクトル強度の大小比較によって抽出することができ、モジュール周波数の抽出の簡素化ないし抽出精度の飛躍的な向上を図ることができる。

(C-8) 本実施形態における適用型帯域制限微分部 1f の第 3 の変形例としてのモジュール周波数抽出部 1g-2 の説明

ついで、本実施形態における適用型帯域制限微分部 1f の第 3 の変形例としてのモジュール周波数抽出部 1g-2 について説明する。

図 68 は前述の図 1 に示すバーコード読取装置の適用型帯域制限微分部 1f において、モジュール周波数抽出部 1g に代えてモジュール周波数抽出部 1g-2 を適用した例について示すブロック図であり、この図 68 に示すモジュール周波数抽出部 1g-2 においても、前述の図 66 の A に示すようなスペクトル分布が得られた場合においても、図 66 の C に示すような、当該周波数スペクトル解析結果から算出された逆特性データを用いて、周波数スペクトル解析結果を補正して、図 66 の C に示すように、抽出すべきスペクトルピークを容易且つ高精度に抽出するものである。

ここで、図 68 に示すモジュール周波数抽出部 1g-2 は、前述の図 63 に示すモジュール周波数抽出部 1g-1 に比して、二乗誤差計算部 11i、最適補正係数抽出部 11j および周波数特性データベース 11k に代えて、メディアンフィルタ 11r をそなえている点が異なっており、それ以外の構成 (符号 11a ~ 11h, 11m ~ 11q 参照) については同様である。

メディアンフィルタ (メディアンフィルタ処理部) 11r は、周波数間引部 11h と逆数計算部 11m との間に介装されて、周波数間引部 11h にて周波数間引きを行なった後の残りの解析データ  $z_0, z_1, \dots, z_{32}$  について更にメディアンフィルタ処理を施して近似特性データ  $Z_m$  を求めるものである。即ち、メ

(41)

ディアンフィルタ11rは、周波数間引部11hからの解析データ $z_0, z_1, \dots, z_{32}$ について、周波数点として隣接する3点のうちで中央値のみを選択的に出力するものであり、これにより、逆特性データを算出する際に除去しておきたいスパイク点を除去できるようになっている。

図69(a)～(c)はいずれも、上述のメディアンフィルタ11rのフィルタ処理を具体的に説明する図である。図69(a)～(c)中において、各解析データのゲインは“\*”で示したレベルにあるものとする。

メディアンフィルタ11rにおいて $z_k$  ( $k$ は0～32)の値を出力する際には、周波数軸上の隣接する2点の値を含めた3点の周波数点のゲイン(または、スペクトル強度)を比較するが、例えば図69(a)の場合には $z_{(k-1)}$ の値が最大、 $z_{(k+1)}$ の値が最小、 $z_k$ の値が中央値を有するので[式(48)参照]、メディアンフィルタ11rとしては $z_k$ の値をそのまま出力する。

$$z_{(k-1)} < z_k < z_{(k+1)} \quad (48)$$

また、図69(b)の場合には $z_k$ の値が最大、 $z_{(k+1)}$ の値が最小、 $z_{(k-1)}$ の値が中央値を有するので[式(49)参照]、メディアンフィルタ11rとしては $z_k$ の値として中央値の $z_{(k-1)}$ の値を選択的に出力する。図69(c)の場合には $z_{(k-1)}$ の値が最大、 $z_k$ の値が最小、 $z_{(k+1)}$ の値が中央値を有するので[式(50)参照]、メディアンフィルタ11rとしては $z_k$ の値として中央値の $z_{(k+1)}$ の値を選択的に出力する。

$$z_{(k+1)} < z_{(k-1)} < z_k \quad (49)$$

$$z_k < z_{(k+1)} < z_{(k-1)} \quad (50)$$

このようなメディアンフィルタ11rによって、特に後段のスペクトルピーク周波数抽出部11dにおいて抽出したいスペクトルピークの周波数点等のスパイク点を除去して、後段の補間処理部11pにて算出される逆特性データに、スペクトルピークの要素が含まれることを防止し、乗算器11qにて補正された周波数スペクトル解析結果 $X_c$ によって高精度かつ確実にスペクトルピークを抽出できるようにしている。

なお、逆数計算部(逆数データ算出部)11mは、基準値保持部11nにて保持された基準値 $Ref$ をもとに、メディアンフィルタ11rにて求められた近似特性データを成す解析データ $Z_m$ の逆数データ $Ref/Z_m$ を算出するものであり、補間処理部(補間部)11pは、逆数計算部11mにて算出された逆数データを補間することにより逆特性データの算出結果として出力するものであり、これらの逆数計算部11m、基準値保持部11nおよび補間処理部11pは、前述の図63に示すものと基本的に同様の構成を有している。

このように、本変形例にかかるモジュール周波数抽出部1g-2においても、バー幅の狭いバーコードを読み取る場合やオペレータの読取動作等の条件に起因してバーコードに照射されるガウシアンビームのビーム径がバー幅に比べて相対的に大きくなっている場合や、CCDを適用したバーコード読取装置の場合における当該CCDの分解能によって、周波数スペクトルの解析結果が劣化している場合であっても、簡易な処理で劣化を補正することにより正確に基本周波数を抽出できるようにしているので、前述の〔2-1〕における①～③と同様の利点を得ることができる。

また、メディアンフィルタ11rにより、特に後段のスペクトルピーク周波数抽出部11dにおいて抽出すべきスペクトルピークの周波数点が残存している場合に、このスペクトルピークの周波数点についてのゲインが、後段の逆数計算部11mおよび補間処理部11pにて計算される逆特性データに反映されることがないようにしているので、スペクトルピーク周波数を、単純なスペクトル強度の大小比較によって抽出することができ、モジュール周波数の抽出の簡素化ないし抽出精度の飛躍的な向上を図ることができる。

(D) 本実施形態にかかるバーコード読取装置のモジュール点毎振幅抽出部の説明

次に、本実施形態にかかるバーコード読取装置のモジュール点毎振幅抽出部 1 i の詳細な構成について説明する。

(D-1) 本実施形態におけるモジュール点毎振幅抽出部の全体構成の説明

図 29 は本実施形態におけるモジュール点毎振幅抽出部 1 i を示すブロック図であり、この図 29 に示すモジュール点毎振幅抽出部 1 i は、モジュールタイミング信号抽出部 1 j、振幅抽出部 1 k および三値化部 1 l をそなえて構成され、取込信号に同期し且つモジュール長に相当する基本周波数を有する周期信号を生成することにより、モジュール情報を抽出するものである。

ここで、モジュールタイミング信号抽出部 1 j は更に、トーン信号生成フィルタ 1 4 a、ヒルベルト変換部 1 4 b、位相計算部 1 4 c、0 ラジアン点タイミング抽出部 1 4 d および遅延時間算出部 1 4 e をそなえて構成されている。

トーン信号生成フィルタ 1 4 a は、上述の適用型帯域制限微分部 1 f にて帯域制限された取込信号（光電変換信号）と、抽出されたモジュール周波数とに基づいて、タイミング信号をトーン信号（周期信号）として生成するものである。このタイミング信号としては、バーコードの単位モジュール幅の周波数を持つ正弦波に近いトーン信号として出力することができるようになっているが、詳細には (D-2) において説明する。

また、ヒルベルト変換部 1 4 b は、トーン信号生成フィルタ 1 4 a からのトーン信号についてヒルベルト変換処理を施すものであり、トーン信号生成フィルタ 1 4 a からのトーン信号を実部 (Re) とする一方、ヒルベルト変換部 1 4 b にてヒルベルト変換処理の施された信号を虚部 (Im) として次段の位相計算部 1 4 c に出力することにより、各サンプル点の信号をベクトル化できるようになっている。

さらに、位相計算部 1 4 c は上述のごとくベクトル化されたサンプル点の位相を計算するもので、0 ラジアン点タイミング抽出部 1 4 d は位相計算部 1 4 c にて計算された位相情報をもとに位相が 0 ラジアンになる点を抽出してモジュールタイミングを導出するものである。遅延時間算出部 1 4 e は、0 ラジアン点タイミング抽出部 1 4 d にて抽出された位相が 0 ラジアンになる点とサンプル点との遅延時間を、導出されたモジュールタイミング毎に算出するものである。

ところで、振幅抽出部 1 k は更に遅延フィルタ 1 4 f および振幅抽出部 1 4 g をそなえて構成されている。遅延フィルタ 1 4 f は、上述の遅延時間算出部 1 4 e にて算出された遅延時間をもとにして遅延フィルタを構成し、適用型帯域制限微分部 1 f からの取込信号について畳み込み処理により遅延処理を施すもので、これにより、サンプル点を 0 ラジアンタイミング点に一致させることができるようになっている。

また、三値化部 1 l は更に、自動等化部としての LMS (Least Mean Square) 1 4 h およびウェイクエラー判定部 1 4 i をそなえて構成され、LMS 1 4 h は、モジュールタイミング毎に抽出された振幅データ（図 29 の符号 1 4 q 参照）を、自動等化することにより「1」、「0」または「-1」の 3 値データとして出力するものであり、ウェイクエラー判定部 1 4 i は、LMS 1 4 h にて三値化された振幅データについてのデータエラーを判定するものである。

このような構成により、図 29 に示すモジュール点毎振幅抽出部 1 i では、二値化情報の情報長の比（バーコード情報）を読み取る前処理として、適用型帯域制限微分部 1 f にて帯域制限された取込信号とモジュール周波数情報とに基づき、この取込信号に同期し且つモジュール周波数を有するタイミング点を抽出し、抽出されたタイミング点に従って適用型帯域制限微分部 1 f からの信号の振幅値を抽出し、抽出されたタイミング点に従った振幅値を三値化データとして導出する。

すなわち、モジュール点毎振幅抽出部 1 i では、取込信号からモジュール長データの存在するタイミング点を抽出し、後段のモジュール数算出部 1 m において、抽出されたタイミング点に従って、標識としてのバーコードから各幅長データの整数比を読み取る。

(43)

この場合のタイミング点を抽出する際には、モジュール点毎振幅抽出部 1 i では、適用型帯域制限微分部 1 f にて微分処理の施された取込信号を入力としてバーコードデータ（幅長データ）のモジュール幅時間（基本幅時間）に相当する周波数成分を抽出するとともに基本幅時間に応じた周期信号を生成し、生成された周期信号を入力としてバーコードの幅情報存在点に相当するタイミング点を特定する。なお、上述の適用型帯域制限微分部 1 f における微分特性としては、前述の（C-1）あるいは（C-2）で詳述した特性を持つことができる。

例えば、上述のモジュール点毎振幅抽出部 1 i に、帯域制限された取込信号として、図 3 0 に示す微分波形 1 5 b のデジタル信号（サンプル点；波形 1 5 b 上における“×”参照）が入力された場合においては、モジュールタイミング信号抽出部 1 j のトーン信号生成フィルタ 1 4 a では、上述のデジタル信号 1 5 b とモジュール周波数抽出部 1 g にて抽出されたモジュール周波数情報とに基づき、トーン信号波形 1 5 c に相当する周期信号としてのデジタル信号（サンプル点；波形 1 5 c 上における“○”参照）を出力する。なお、このトーン信号の波形 1 5 c は、帯域制限された取込信号の波形 1 5 b と同期している。

また、位相計算部 1 4 c では、上述のトーン信号生成フィルタ 1 4 a にて生成されたトーン信号についてヒルベルト変換部 1 4 b にてヒルベルト変換されることによりベクトル化された各信号点についての位相を計算し、計算結果として図 3 1 (a) に示すような位相データ（デジタル信号）が出力される。

さらに、0 ラジアン点タイミング抽出部 1 4 d では、位相計算部 1 4 c で計算された位相データをもとに 0 ラジアン点になる点を抽出することにより、モジュールタイミングを導出する。この図 3 1 (a) に示すように、サンプル点（図 3 1 (b) 参照）の位相と実際の 0 ラジアン点とは異なっている（0 ラジアン点では必ずサンプリングされるとは限らない）ので、0 ラジアン点タイミング抽出部 1 4 d にて抽出された 0 ラジアン点のタイミングをもとに、遅延時間算出部 1 4 e および遅延フィルタ 1 4 f によりサンプル点と 0 ラジアン点とのずれを補正するのである。

すなわち、遅延時間算出部 1 4 e にてサンプル点と 0 ラジアン点との時間差をモジュールタイミング毎に算出して、算出された遅延時間分、振幅抽出部 1 k の遅延フィルタ 1 4 f で遅延処理を行なう。これにより、モジュールタイミングごとのサンプルデータを得ることができる。その後、振幅抽出部 1 4 g では、図 3 1 (c) に示すように、モジュールタイミング毎に微分信号振幅（デジタルデータ）を抽出する。

換言すれば、タイミング点を抽出する際に、取り込まれた電気信号についての微分信号から、バーコードに記録された二値化情報の情報長を読み取るためのタイミング点を特定し、特定されたタイミング点毎に微分処理の施された信号の振幅から 3 値のデジタル情報を抽出する。上述の 3 値のデジタル情報を抽出する際には、特定されたタイミング点ごとに、微分処理の施された信号の振幅値を取り出し、取り出された信号の振幅値について 3 値のデジタルデータに変換する。

三値化部 1 l の LMS 1 4 h では、上述の振幅抽出部前記抽出された前記タイミング点に従った振幅値について自動等化処理を施し、三値化データとして導出し、ウェイクエラー判定部 1 4 i においてバーコード読取データの配列として適切な信号を出力する。

すなわち、三値化部 1 l において、タイミング点毎に取り出された振幅値について 3 値のデジタル信号に変換する際に、前記取り出された信号の振幅値を、「+1」、「0」又は「-1」の三値化されたデータとして判定・出力する。その後、モジュール数算出部 1 m において、三値化されたデータをもとに、「+1」のデータの存在する信号点を前記の白色領域または黒色領域のうちのいずれか一方のエッジの存在点、「-1」のデータの存在する信号点を前記の白色領域または黒色領域のうちの他方のエッジの存在点、「0」のデータの存在する信号点をエッジの存在しない点として、バーコードの各幅長データ間の整数比を読み取

(44)



る。

従って、本実施形態によれば、バーコード情報のバー幅長の比を読み取る前処理として、モジュールタイミング信号抽出部 1 j において、取込信号とモジュール周波数情報とに基づき取込信号に同期し且つ基本周波数を有するタイミング点を抽出し、振幅抽出部 1 k において、抽出されたタイミング点に従って適用型帯域制限微分部 1 f からの信号の振幅値を抽出し、抽出されたタイミング点に従った振幅値を三値化データとして導出することができるので、モジュールタイミング点以外での情報に惑わされることもなくなり、読み取り信号の S/N とともに読み取り分解能を向上させ、ひいては読取深度が拡大した場合や読取面に凹凸やかすみがあった場合の読取精度を向上させることができる利点がある。

さらに、バーコードのモジュール長を計測するために、サンプリング周波数を高周波に設定する必要も無くなり、サンプリングのためのクロックも比較的低価格のもので足りるため、装置構成のためのコストを大幅に削減させることができる利点もある。

(D-2) 本実施形態におけるモジュールタイミング信号抽出部の説明

まず、トーン信号生成フィルタ 1 4 a の構成について詳述する。

上述のトーン信号生成フィルタ 1 4 a としては、モジュール周波数抽出部 1 g にて抽出されたモジュール周波数をゲインピーク周波数とする余弦二乗特性とし、位相特性を全く変化しないような特性となるような特性で構成することができる。

このことについて説明すると、以下のとおりとなる。

すなわち、前述の図 3 0 に示すように、帯域制限処理をした微分信号からモジュールのタイミングを抽出する際に、微分信号の基本周波数は、白 1 モジュール + 黒 1 モジュールによる信号なので  $f_{\alpha}$  となる (図 3 0 の符号 1 5 d 参照)。一方、タイミング周波数は、白バーまたは黒バーの単位モジュールなので  $f_{\beta}$  となる (図 3 0 の符号 1 5 c 参照)。

したがって、前述のモジュール周波数抽出部 1 g にて抽出されたモジュール周波数  $f_1$  と上述の  $f_{\alpha}$  ないし  $f_{\beta}$  の関係は、以下の式 (2 2)、(2 3) のようになる。

$$f_{\alpha} = f_1 / 2 \quad \dots (2 2)$$

$$f_{\beta} = f_1 \quad \dots (2 3)$$

すなわち、トーン信号生成フィルタ 1 4 a として  $f_{\beta}$  が中心周波数となるフィルタを構成することにより、このトーン信号生成フィルタ 1 4 a において、帯域制限された取込信号 1 q を畳み込み処理することにより、このモジュール周波数の成分を持つトーン信号を導出することができる。

たとえば、トーン信号生成用フィルタ 1 4 a の特性は以下の式 (2 4) ~ (2 6) に示すようなものとすることができる。なお、式 (2 4) ~ (2 7) において、 $f_s$  AD コンバータ 1 d のサンプリング周波数であり、 $f_w$  は生成される構成されるフィルタのバンド幅 (-6dB) である。

$$\begin{aligned} \text{ゲイン} &= \cos^2(f - f_{\beta}) \pi / 2 * f_w \\ &: (f_{\beta} - f_w / 2 \leq f < f_{\beta} + f_w / 2) \quad \dots (2 4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ゲイン} &= \cos^2((f - (f_s - f_{\beta})) \pi / 2 * f_w) \\ &: (f_s - f_{\beta} - f_w / 2 \leq f < f_s - f_{\beta} + f_w / 2) \quad \dots (2 5) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ゲイン} &= 0 \\ &: (\text{式 (2 4) または式 (2 5) の場合以外の周波数}) \quad \dots (2 6) \end{aligned}$$

$$\text{位相}(\theta [\text{rad}]) = 0 \quad (0 \leq f \leq f_s) \quad \dots (2 7)$$

なお、 $f_w$  としては、バンド幅を、白黒幅情報を表す時間長の逆数に比例する特性とすることができる。具体的には、 $f_w$  について、適用型帯域微制限微分部 1 f からの切出信号から、白黒信号 (バーコード信号) 部分のみを現す時間長 ( $t_{bar}$ ) から以下の式 (2 8) に従って算出することができる。

$$f_w = 1 / t_{bar} * k \quad (k \text{ は固定値}) \quad \dots (2 8)$$

(45)

具体的には、中心周波数となる  $f\beta$  を1820kHzとした場合、図32に示すようなゲイン特性および図33に示すような位相特性により、図34に示すようなフィルタ特性をもつデジタルフィルタとして、トーン信号生成フィルタ14aを構成することにより、適用型帯域制限微分部1fからの信号をこのフィルタ14aで畳み込み処理することで、トーン信号を得ることができる。

次に、ヒルベルト変換部14bおよび位相計算部14cについて詳述する。

ところで、図35は本実施形態におけるヒルベルト変換部14bおよび位相計算部14cを示すブロック図であり、この図35に示すように、位相計算部14cはベクトル化部18aと計算部18bとをそなえて構成されている。

上述したように、ヒルベルト変換部14bは、トーン信号生成フィルタ14aにて生成されたトーン信号についてヒルベルト変換処理を施すものであるが、このヒルベルト変換部14bは、例えば図36に示すような特性を有するデジタルフィルタにより構成される。即ち、この図36に示すようなタップを有するトランスバースフィルタ（図3参照）により構成することができるのである。また、位相計算部14cのベクトル化部18aは、例えば図37に示す波形20aの信号（サンプル点は“○”）を、トーン信号生成フィルタ14aから実部（Re）入力されるとともに、この図37に示す波形20bの信号（サンプル点は“×”）を、ヒルベルト変換処理部14bからのヒルベルト変換処理結果の信号を虚部（Im）入力され、これらの信号についてベクトル化するものである。

さらに、計算部18bは、ベクトル化部18aにてベクトル化された信号について以下に示す式（29）に示す計算を行なう、このベクトル信号の位相を計算するものである。

$$\theta = \tan^{-1} (Im/Re) \dots (29)$$

続いて、0ラジアン点タイミング抽出部14dの構成について詳述する。

0ラジアン点タイミング抽出部14dは、位相計算部14cにて計算された、例えば図38（a）に示すような位相情報をもとに、位相が0ラジアンになる点を抽出してモジュールタイミングを導出するものである。

すなわち、トーン信号生成フィルタ14aで生成されたトーン信号は、モジュール周波数を周期とするほぼ単一の周波数をもつため、位相は等速度で回転する。図38（a）、図38（b）に示すように、このトーン信号の位相がちょうど0ラジアンになる点21d-1は、微分信号のモジュール点21d-2と同じタイミングとなる。従って、この0ラジアン点を抽出しそれをタイミング情報として、このタイミング毎に微分信号21gの振幅値を抽出する。

この場合においては、サンプル点のうちで、最も0ラジアンに近い点を抽出し、それをタイミングとする。例えば、図38（a）における0ラジアン点21d-1に隣接する2つのサンプル点21a、21cのうちにおいては、0ラジアンに近いサンプル点21aを上述のモジュールタイミングとして導出するのである。

さらに、遅延時間算出部14eは、上述の0ラジアン点タイミング抽出部14dにて導出されたモジュールタイミングの、実際の0ラジアン点のタイミングに対する時間差を遅延時間差  $t_d$  として算出するものである。

このような構成により、本実施形態におけるモジュールタイミング信号抽出部1jでは、トーン信号生成フィルタ14aにおいて、微分信号の施された信号を入力として幅長データ（バーコードデータ）の基本幅時間（モジュール長時間）に応じた周期信号を生成する。

続いて、上記の幅情報の存在点となるタイミング点を特定するにあたり、位相計算部14cでは、トーン信号生成フィルタ14aにて生成された周期信号としてのトーン信号の位相を算出する。上述の周期信号の位相を算出する際には、この周期信号をベクトル化し、ベクトル化された信号について位相を算出している。具体的には、上述の周期信号をベクトル化する際には、トーン信号生成フィルタ14aからの周期信号を実数部とする一方、トーン信号生成フィルタ14aからの周期信号をヒルベルト変換部14bにてヒルベルト変換したものを虚数部と

(46)

する。

また、0ラジアン点タイミング抽出部14dでは、位相計算部14cからの計算結果を受けて、周期信号としてのトーン信号の位相が0度になる点の時間情報（タイミング情報）を抽出するとともに、当該抽出された時間情報をタイミング点として特定する。更に、上述の0ラジアン点抽出部14dでは、位相計算部14cからの位相計算の結果を受けて、隣り合って且つ符号の変化する2つの信号点のうちで0度位相に近い点を前期タイミング点として特定する。

遅延時間算出部14eでは、0ラジアン点タイミング抽出部14dにて特定されたタイミング点と、トーン信号生成フィルタ14aにて生成されたトーン信号の位相が0度になる点との時間誤差を抽出し、振幅抽出部1kの遅延フィルタ14fでは、当該時間誤差を抽出したタイミング点毎に、適用型帯域制限微分部1fからの微分信号について上述の時間誤差に相当する分遅延させる。

（D-3）本実施形態における振幅抽出部の説明

振幅抽出部1kの遅延フィルタ14fは、詳細には図39に示すように、タップ係数記憶部22a、一次式近似部22b、1/2間引き部22cおよび畳み込み処理部22dをそなえて構成されている。

タップ係数記憶部22aは、光電信号が十分通過し且つサンプリング周波数の2倍の精度の低域通過特性を有するフィルタ処理を後段の畳み込み処理部22dにて行ないうるフィルタ係数（ $X_0 \sim X_{2n-1}$ ）を保持するものであり、一次式近似部22bは、前述の遅延時間算出部14eからの遅延時間 $t_d$ を用いることにより、低域通過フィルタの係数値（ $X_0 \sim X_{2n-1}$ ）を下記の式（30）のように1次式近似を用いて補間するものである。

$$Y_m = (X_{m+1} - X_m) t_d / (t_s / 2) + X_m \quad (m=0 \sim 2n-1) \quad \dots (30)$$

すなわち、図40に示すように、フィルタ係数値をy軸、時間をx軸とし、フィルタ係数値 $X_0 \sim X_{2n-1}$ のうちで、隣接する2つのフィルタ係数の点を通する一次式を想定する。この場合において、 $X_{m+1}$ 、 $X_m$ の時間間隔は、ADコンバータ1dのサンプリング間隔 $t_s$ の1/2であり、この値と係数値 $X_{m+1}$ 、 $X_m$ との差とを用いることにより上述の一次式について求めることができるのである。

したがって、フィルタ係数 $X_m$ から遅延時間 $t_d$ だけ遅延された値は、上述の式（30）に示すように導出される。このようにして、フィルタ係数保持部21aにて保持されている各フィルタ係数値について、遅延時間算出部14eにて算出された遅延時間 $t_d$ 分の遅延特性を有するフィルタを構成しうるフィルタ係数を得ることができる。

また、1/2間引き部22cは、精度を高めるためにADコンバータ1dの2倍のサンプリング周波数のフィルタ係数について、光電変換信号と同じサンプリング周波数にするために、遅延処理後のフィルタ係数を1/2で間引くものである。

たとえば、遅延させない場合のフィルタ係数が図41の波形24aのサンプル点“×”のようになる場合に対し、上述の一次式近似部22bおよび1/2間引き部22cの処理を行なうことにより、図41の波形24bのサンプル点“○”のごとく補正することができる。なお、図41中の点“◇”は、理想の遅延特性を有するフィルタ係数を表す。

なお、上記の一次式近似部22bおよび1/2間引き部22cにおける処理をモジュールタイミング毎に行なわれる。

畳み込み処理部22dは、例えば前述の図3に示す方式のトランスバースルフィルタ等のデジタルフィルタにより構成され、1/2間引き部22cからのフィルタ係数を用いて、適用型帯域制限微分部1fからの帯域制限された微分信号1qについて畳み込み処理を施すものである。

また、振幅抽出部14gは、上述したように遅延フィルタ14fにより真のモジュールタイミング時のサンプル点が抽出されたものを入力されて、このサンプル点の振幅値を抽出するものであり、これにより、真のモジュールタイミング時

(47)

の振幅情報を後段の三値化部11に出力することができるようになっている。

このような構成により、図39に示す遅延フィルタ14fでは、強弱状態検出信号として取り込みうる最大入力信号帯域までは利得を1とし、帯域から離れるに従って利得を減衰させるとともに、遅延時間算出部14eにおいて算出された時間誤差の量に応じて信号を遅延させるフィルタ処理を畳み込んで行なう。これにより、時間誤差が算出されたタイミング点毎に微分処理の施された信号（適用型帯域制限微分部1fからの取込信号）を上述の時間誤差に相当する分遅延させる。

上述の遅延フィルタ14fでは、フィルタ処理のための係数を決定するにあたって、強弱状態検出信号として取り込みうる最大入力信号帯域までは利得を1とし帯域から離れるに従って利得を減衰させるためのフィルタ特性関数からインパルス応答データを求めておき、一次式近似部22bにおいて、抽出された時間誤差の量に応じて前記インパルス応答データを一次式近似を用いて補間したものをフィルタ係数として決定する。

なお、本実施形態においては、ADコンバータ1dの2倍のサンプリング間隔のフィルタ係数を考えたが、遅延時間を補正する精度を向上させるためには、2倍よりも大きい倍率でサンプリングを行なうことが望ましい。

また、本実施形態においては、近似方式も1次式で行なっているが、この他に、2次式近似やスプライン補完による近似も可能である。

(D-4) 本実施形態における振幅抽出部における遅延フィルタの第1の変形例の説明

上述の振幅抽出部1kの遅延フィルタ14fでは、一次近似式を用いることにより、遅延特性を有するフィルタ係数を算出していたが、その他に、例えば図42に示すような遅延フィルタ14fを構成することもできる。

ここで、この図42に示す遅延フィルタ14fは、遅延フィルタ係数保持部25a～25e、区分判定部25f、MUX25gおよび畳み込み処理部25hをそなえて構成されている。

ここで、遅延フィルタ係数保持部25a～25eは、それぞれ所定の遅延時間を遅延させるためのフィルタ係数を保持するものである。即ち、フィルタ係数保持部25aは遅延時間 $t_d=0$ の特性を有するフィルタを構成するための係数を保持し、フィルタ係数保持部25bは遅延時間 $t_d=0.025\mu s$ の特性を有するフィルタを構成するための係数を保持するものである。

さらに、フィルタ係数保持部25cは遅延時間 $t_d=0.05\mu s$ の特性を有するフィルタを構成するための係数を保持し、フィルタ係数保持部25dは遅延時間 $t_d=0.075\mu s$ の特性を有するフィルタを構成するための係数を保持し、フィルタ係数保持部25eは遅延時間 $t_d=0.1\mu s$ の特性を有するフィルタを構成するための係数を保持するものである。

また、区分判定部25fは、遅延時間算出部14eからの遅延時間情報 $t_d$ を入力されて、この遅延時間 $t_d$ の値が以下の5つの区分のうちのいずれの区分に属するかを判定するものである。

すなわち、遅延時間 $t_d$ が、 $0ns$ 以上で $12.5ns$ よりも小さい場合は区分「0」と判定し、 $12.5ns$ 以上で $37.5ns$ よりも小さい場合は区分「1」と判定し、 $37.5ns$ 以上で $62.5ns$ よりも小さい場合は区分「2」と判定し、 $62.5ns$ 以上で $87.5ns$ よりも小さい場合は区分「3」と判定し、 $87.5ns$ 以上で $100ns$ よりも小さい場合は区分「4」と判定する。

また、MUX25gは、区分判定部25fにて判定された遅延時間の該当区分に応じて、所望の遅延フィルタ係数保持部25a～25eからのフィルタ係数を取り出して後段の畳み込み処理部25hに出力するものである。

たとえば、MUX25gでは、区分判定部25fにおいて遅延時間の区分が「0」であると判定された場合には遅延フィルタ係数保持部25aからのフィルタ係数を、遅延時間の区分が「1」であると判定された場合には遅延フィルタ係数

(48)

保持部 2 5 b からのフィルタ係数を、遅延時間の区分が「2」であると判定された場合には遅延フィルタ係数保持部 2 5 c からのフィルタ係数を、遅延時間の区分が「3」であると判定された場合には遅延フィルタ係数保持部 2 5 d からのフィルタ係数を、遅延時間の区分が「4」であると判定された場合には遅延フィルタ係数保持部 2 5 e からのフィルタ係数を、それぞれ畳み込み処理部 2 5 h に出力するものである。

さらに、畳み込み処理部 2 5 h は、MUX 2 5 g からのフィルタ係数を取り出して、適用型 帯域制限微分部 1 f からの取込信号（光電変換信号）に対して遅延処理を実行するものである。

このような構成により、図 4 2 に示す遅延フィルタ 1 4 f においても、強弱状態検出信号として取り込みうる最大入力信号帯域までは利得を 1 とし、帯域から離れるに従って利得を減衰させるとともに、遅延時間算出部 1 4 e において算出された時間誤差の量に応じて信号を遅延させるフィルタ処理を畳み込んで行なう。これにより、時間誤差が算出されたタイミング点毎に微分処理の施された信号（適用型帯域制限微分部 1 f からの取込信号）を上述の時間誤差に相当する分遅延させる。

具体的には、フィルタ処理のための係数を決定するにあたって、遅延時間算出部 1 4 e にて抽出（算出）された時間誤差の量に応じて複数の遅延フィルタ特性に対応したフィルタ係数を遅延フィルタ係数保持部 2 5 a ～ 2 5 e にて保持しておき、区分判定部 2 5 f において、前記抽出された時間誤差の量が上記複数のフィルタ特性のうちのいずれの特性のフィルタ処理を施すべきかを判定し、MUX 2 5 g において、区分判定部 2 5 f の判定結果に応じたフィルタ特性のフィルタ係数を取り出す。

（D-5）本実施形態の振幅抽出部の第 2 の変形例としての遅延フィルタの説明

上述の図 3 9 または図 4 2 のほかに、遅延フィルタ 1 4 f としては図 4 3 に示すように、広帯域 LPF 特性係数保持部 4 3 a、位相特性付与部 4 3 b、乗算部 4 3 c、IFFT 4 3 d および畳み込み処理部 4 3 e をそなえて構成され、遅延時間算出部 1 4 e にて算出された遅延時間に応じて IFFT 処理により遅延特性を有するフィルタ係数を算出するようにしてもよい。

ここで、広帯域 LPF 特性係数保持部 4 3 a は、光電変換されたバーコード信号の入力の最大周波数をゲイン＝1 で通過させるとともに、それ以下の周波数についてはゲインが減衰するような LPF のゲイン特性のフィルタ係数を保持するものであり、例えば図 4 4 に示すような特性を有するフィルタ係数を保持することができる。

上述の図 4 4 に示すフィルタ特性については、以下の式（31）～（33）に示すようなゲイン特性として表すことができる。

$$1 : 0 \leq f \leq 2.5 \text{ MHz}, \quad 7.5 \text{ MHz} \leq f \leq f_s \quad \cdots (31)$$

$$\cos^2 \left( (f - (f_c - f_x)) \pi / (4 * f_x) \right)$$

$$: 2.5 \text{ MHz} \leq f < 5 \text{ MHz} \quad \cdots (32)$$

$$\cos^2 \left( (f - (f_c' - f_x')) \pi / (4 * f_x') \right)$$

$$: 5 \text{ MHz} \leq f \leq 7.5 \text{ MHz} \quad \cdots (33)$$

なお、上述の式（31）～（33）において、 $f_c = 3.75 \text{ MHz}$ 、 $f_x = 1.25 \text{ MHz}$ 、 $f_c' = 3.75 \text{ MHz}$ 、 $f_x' = 1.25 \text{ MHz}$ であり、この特性値を、サンプリング周波数  $f_s$  を  $n$  で等間隔に分割して、それぞれの値を  $G = g_0 \sim g_{n-1}$  とする（ $n$  は、2 のべき乗となる数）。

また、位相特性付与部 4 3 b は、遅延時間算出部 1 4 e にて算出された遅延時間  $t_d$  に応じて、後段の畳み込み処理部 4 3 e のための遅延位相特性を与えるものである。例えば、遅延時間算出部 1 4 e からの遅延時間  $t_d$  に基づき、以下の式（34）により遅延された位相特性を与えるようになっており、例えば図 4 5 に示すような位相特性を後段の畳み込み処理部 4 3 e に与えることができる。

$$\theta = 2 \pi f * t_d : 0 \leq f \leq f_s / 2 \quad \cdots (34)$$

(49)

さらに、乗算部43cは、上述の広帯域LPF保持部43aからのゲイン特性(図44参照)と、位相特性付与部43bからの位相特性(図45参照)とから、以下の式(35)、(36)に従って実数部(Re)、虚数部(Im)を求めることにより複素ベクトル化するものである。

$$Re = G * \cos \theta \quad \dots (35)$$

$$Im = G * \sin \theta \quad \dots (36)$$

また、IFFT処理部43dは、上述の乗算部43cにて算出された値Re、ImからIFFT計算処理を行うものであり、例えば上述の図44、図45に示すようなゲイン特性、位相特性の場合には、図46に示すような特性を有するフィルタ係数を得ることができる。

さらに、畳み込み処理部43eは、IFFT処理部43dで得られたフィルタ係数により、適用型帯域制限微分部1fからの信号について畳み込み処理を施すものであり、例えば前述の図3に示すようなトランスバースアルフィルタ等のデジタルフィルタにより構成することができる。

このような構成により、図43に示す遅延フィルタ14fにおいても、強弱状態検出信号として取り込みうる最大入力信号帯域までは利得を1とし、帯域から離れるに従って利得を減衰させるとともに、遅延時間算出部14eにおいて算出された時間誤差の量に応じて信号を遅延させるフィルタ処理を畳み込んで行なう。これにより、時間誤差が算出されたタイミング点毎に微分処理の施された信号(適用型帯域制限微分部1fからの取込信号)を上述の時間誤差に相当する分遅延させる。

具体的には、上述のフィルタ処理のための係数を決定するにあたって、強弱状態検出信号として取り込みうる最大入力信号帯域までは利得を1とし帯域から離れるに従って利得を減衰させるためのフィルタ特性関数に、前記抽出された時間誤差の量に応じて信号を遅延させる関数を加えた結果について、IFFT処理部43dにて逆フーリエ変換を施すことにより算出する。

#### (D-6) 本実施形態における三値化部の説明

図47は本実施形態における三値化部11を示すブロック図である。

上述したように、三値化部11は、モジュールタイミング毎に抽出された振幅データ14qを自動等化することにより「1」、「0」または「-1」の3値データとして出力するLMS14hをそなえるとともに、LMS14hにて三値化された振幅データについてのデータエラーを判定するウェイブエラー判定部14iをそなえて構成されている。

換言すれば、LMS14hは、振幅抽出部1kにて抽出されたモジュールタイミング毎の振幅データについて自動等化することにより、バーコードの状態(凹凸面やかすみ等)、ビームの散乱または受光部1bにて用いられるピンフォトダイオード等の素子を含むアナログ回路の振幅歪みや位相歪みを補正することができるようにしている。ここで、LMS14hは更に、畳み込み処理部26a、係数補正判定部26b、フィルタ係数算出部26cおよび3値判定部26dをそなえて構成されている。

畳み込み処理部26aは、後述のごとくフィルタ係数算出部26cにて算出されたフィルタ係数を用いて畳み込み処理を施すものであり、詳細には図48に示すように、5つのタップ係数X0~X4によるデジタルフィルタにより構成されている。

すなわち、畳み込み処理部26aは、この図48に示すように、ゲイン補正係数保持部48a-1、乗算部48a-2、遅延部48b-1~48b-5、乗算部48c-1~48c-5、加算部48d-1~48d-5、総和演算部48eおよび乗算部48fをそなえて構成されている。

ここで、乗算部48a-2は、モジュールタイミング毎に振幅抽出部1kから入力される振幅値データについて、ゲイン補正係数保持部48a-1にて保持される係数を乗算するものであり、遅延部48b-1~48b-5は、それぞれ直列に接続されて、乗算部48a-2からの振幅値データについて、モジュール

(50)

イミングをクロックとして後段の遅延部にシフトさせるものである。

すなわち、この遅延部48b-1～48b-5はシフトレジスタとして機能するもので、例えば図49に示す振幅値データの古い値から、モジュールタイミングをクロックとして連続して振幅値データ後段にシフトされるようになっている。

たとえば、遅延部48b-1～48b-5に、それぞれ図49における振幅値データd4～d0がタップX0～X4として保持された時点から、1モジュールタイミング後にはデータがシフトされ、この時点では遅延部48b-1～48b-5にはそれぞれ振幅値データd5～d1が順に保持される。

また、乗算部48c-1～48c-5および加算部48d-1～48d-5および総和演算部48eにより、各遅延部48b-1～48b-5にて格納されているタップに後述のタップ係数保持部48o-1～48o-5からのタップ係数を乗算したものの総和を算出するようになっており、乗算部48fは、総和演算部48eからのデータに係数k（図48の場合にはk＝「4」）を乗算するものである。

したがって、畳み込み処理部26aの遅延部48b-1～48b-5、乗算部48c-1～48c-5、加算部48d-1～48d-5、総和演算部48eおよび乗算部48fにより、以下の式（37）に示すような畳み込み演算を行なうことができるようになっている。

$$S_n = k * (X_0 * C_0 + X_1 * C_1 + X_2 * C_2 + X_3 * C_3 + X_4 * C_4) \quad \dots (37)$$

さらに、係数補正判定部26bは、振幅抽出部1iにて抽出された振幅値を三値化されたデータとして判定・出力する際に、最小二乗法により幅長データ信号の持つ振幅および位相の歪みを補正するものである。

具体的には、係数補正判定部26bは、畳み込み結果 $S_n$ を「+1」、「0」、「-1」のいずれかに判定し、この判定結果について一定の範囲値を設け、明らかに「+1」、「0」、「-1」のいずれかに該当する場合のみ参照値との誤差 $E_{rr}$ を出力する一方、明らかに該当しない場合は $E_{rr}$ 値を0として出力するものであり、該当／非該当判定部48g、 $g_0$ 乗算部48h、Cdc係数保持部48iおよび加算部48jをそなえて構成されている。

フィルタ係数算出部26cは、上述の判定部26bから入力される誤差値 $E_{rr}$ に基づいて、上述の畳み込み処理部26aでの畳み込み処理において用いられるタップ係数 $C_0 \sim C_5$ を演算するものであり、 $\alpha$ 乗算部48k、乗算部48m-1～48m-5、加算部48n-1～48n-5およびタップ係数保持部48o-1～48o-5をそなえて構成されている。

すなわち、上述の $\alpha$ 乗算部48k、乗算部48m-1～48m-5、加算部48n-1～48n-5およびタップ係数保持部48o-1～48o-5の動作により、以下の式（38）～（42）に示す計算によりタップ係数 $C_0 \sim C_4$ を決定することができるようになっている。なお、式（38）～（42）において、 $\alpha$ は収束係数であり、 $0 < \alpha < 1$ の範囲が選択されるようになっている。

$$C_0 = C_0 + \alpha * E_{rr} \quad \dots (38)$$

$$C_1 = C_1 + \alpha * E_{rr} \quad \dots (39)$$

$$C_2 = C_2 + \alpha * E_{rr} \quad \dots (40)$$

$$C_3 = C_3 + \alpha * E_{rr} \quad \dots (41)$$

$$C_4 = C_4 + \alpha * E_{rr} \quad \dots (42)$$

さらに、図47に示す3値判定部26dは、畳み込み処理部26a似て畳み込み処理された振幅値データについて、固定されたスライスレベルに対する比較判定により3値判定を行なうものである。即ち、前段の畳み込み処理部26aの乗算部48a-2により振幅値が、固定されたスライスレベル（「±0.5」）による大小比較を行なうことで3値判定を行なうことができるように補正されているのである。

(51)

具体的には、畳み込み処理部26aからの振幅値データと固定スライスレベル「+0.5」とを比較した結果、振幅値データが固定スライスレベルよりも大きい場合には、当該振幅値を「+1」として判定して出力する一方、振幅値データと固定スライスレベル「-0.5」とを比較した結果、振幅値データが固定スライスレベルよりも小さい場合には、当該振幅値を「-1」と判定して出力し、更に、振幅値データが上述の2つの固定スライスレベル「-0.5」と「+0.5」との間の値である場合には、当該振幅値を「0」と判定して出力するようになっている。

さらに、図47に示すウェイブエラー判定部14iは、具体的には図50に示すように、LMS14hにて3値判定された振幅値データのエラーを判定するものである。具体的には、振幅抽出部1kにて取り出された信号の振幅値について「+1」または「-1」のデータとして判定・出力する際に、同じ符号でかつ隣接する信号点の振幅値の中から、最大の点を「+1」、最小の点を「-1」と判定する一方、これらの「+1」または「-1」と判定された振幅値以外を「0」と判定するようになっている。

すなわち、適用型帯域制限微分部1fにて帯域制限された微分信号（図50の符号29b参照）は、通常の場合、バーコードの白領域または黒領域の境界点29gで「+1」または「-1」の値を取り、色変化のないフラットな部分29hで「0」の値を取る。

ところが、バーコード紙面上に凹凸やかすみ等のノイズや、その他の読取エラーの原因が存在する場合には、前述の3値判定部26dにおいて、3値判定値が本来「0」のところを「+1」と判定したり、本来「+1」のところを「0」と判定したり、または本来「-1」のところを「0」と判定したりする等のウェイブエラー（Wave Error）が発生する。

この場合において、本実施形態のウェイブエラー判定部14iでは、隣り合う信号点の振幅値データ（Eye値、例えば図50に示す波形29cにおける信号点A1、A2）が同符号を持つ場合には、これら2つの信号点の振幅値を比較し、振幅値が大きい方の信号点を「+1」とし、そうでない点を「0」と補正する。

この図50の場合においては、隣接する信号点A1、A2において3値判定部26dの判定結果が「+1」となっているが、ウェイブエラー判定部14iにおいて、これら信号点A1、A2の振幅値の大きさを比較し、大きい方の信号点A1を「+1」に、そうでない信号点A2を「0」に補正する（図50の符号29f参照）。

このような構成により、上述の三値化部11のLMS14hでは、畳み込み処理部26aにおいて、モジュールタイミング毎に抽出した、各振幅値を遅延部（タップX0～X4）48b-1～48b-5に格納するとともに、各遅延部48b-1～48b-5にて格納される振幅値は、モジュールタイミングをクロックとしてシフトさせていく。

畳み込み処理部26aでは、これら各遅延部48b-1～48b-5にて格納された振幅値とフィルタ係数算出部26cにて算出されたフィルタ係数を用いることにより、例えば前述の式（37）のような畳み込み計算処理を各モジュールタイミングにおいて行ない、3値判定部26dでは、この畳み込み結果 $S_n$ を「+1」、「0」、「-1」のいずれかに判定する。

この時、係数補正判定部26bでは、上述の畳み込み処理部26aおよび3値判定部26dにて三値化されたデータを判定・出力する際に、最小二乗法により、幅長データ信号の持つ振幅および位相のひずみを補正する。具体的には、ある範囲値を設けて、明らかに「+1」、「0」、「-1」のいずれかに該当する場合のみ参照値との誤差を $E_{rr}$ として出力する一方、明らかに該当しない場合は $E_{rr}$ の値を「0」として出力する。

この $E_{rr}$ の値に対して、各フィルタ係数の値C0～C5について上述の式（38）～（42）の計算処理を実行する。なお、続くモジュールタイミングにおいては、上述のごとく計算されたタップ係数を用いた畳み込み計算が畳み込み処

(52)



理部26aにて行なわれるが、係数補正判定部26bにおいても、新しい収束係数 $\alpha$ を用いたフィルタ係数の計算が行なわれる。

なお、Errの値がある一定の値以下になった場合あるいは、規定の回数を消化した場合にはLMS14hにおける処理を終了し、最終的に残ったフィルタ係数値を使って、最初に求めたモジュールタイミング毎の振幅データ列とを畳み込み処理する。これにより、ガウシアンビーム等による符号干渉歪みが補正され、上述のごとき自動等化処理を行なわない場合（図51（a）参照）に比して、アイパターンが開くようになる（図51（b）参照）。

さらに、ウェイヴエラー判定部14iでは、振幅抽出部1kにて取り出された信号の振幅値について「+1」または「-1」のデータとして判定・出力する際に、同じ符号でかつ隣接する信号点の振幅値の中から、最大の点を「+1」、最小の点を「-1」と判定する一方、これらの「+1」または「-1」と判定された振幅値以外を「0」と判定する。

したがって、本実施形態によれば、三値化部11により、抽出されたタイミング点に従った振幅値を三値化データとして導出することができるので、ハードウェア規模ないし価格を抑えつつ、読み取り信号のS/Nとともに読み取り分解能を向上させ、ひいては読取深度が拡大した場合や読取面に凹凸やかすみがあった場合の読取精度を向上させることができる利点がある。

さらに、LMS14hにより、特にガウシアンビームの反射光に対する光電変換信号を取込信号として取り込む場合には、このガウシアンビーム等による符号間干渉歪みとともに回路の群遅延歪み補正を行なうことができ、上述の読取分解能を飛躍的に改善することができる利点もある。

#### （E）本実施形態にかかるバーコード読取装置の特性例の説明

上述の本実施形態にかかるバーコード読取装置においては、図1または図52に示すように、レーザダイオード1a-1から出射したビーム光を、装置筐体内の図示しないミラー等により屈折させてポリゴンミラー1a-2に入射させる。

ポリゴンミラー1a-2をR[rpm]で回転させることにより、このポリゴンミラー1a-2に反射されたビーム光を走査ビームとして装置筐体の外側に出射することができる。なお、この走査ビームを複数のミラーを使って、マルチパターンにすることもできる。

この時、この図52に示すように、装置筐体内部と外側との境界となるガラス窓面から出射点としてのポリゴンミラー1a-2までの距離をL0[m]とし、ガラス窓面から読取対象のバーコードまでの距離（読取深度）をL1[m]とすると、バーコードを走査した時のビームスピードv[m/s]は、以下の式（43）のように表すことができる。

$$\begin{aligned} v &= (L0 + L1) * \omega \\ &= (L0 + L1) * (R[\text{rpm}] * 1/60 * 2\pi) \end{aligned} \quad \dots (43)$$

そこで、図53に示すように、最小読み取り可能なバーコードの1モジュールの幅をbar[m]とし、そこでの読取深度をL1max[m]、ビームスピードをvmax[m/s]としたとき、まず、ビームスピードは式（44）のようになるので、その基本周波数（モジュール周波数）の1/2の周波数fmodは、式（45）のように表すことができる。

$$\begin{aligned} v_{\text{max}} &= (L0 + L1_{\text{max}}) * (R * 2\pi / 60) \quad \dots (44) \\ f_{\text{mod}} &= 2 * \text{bar} / v_{\text{max}} \\ &= (2 * \text{bar}) / ((L0 + L1_{\text{max}}) * (R * 2\pi / 60)) \quad \dots (45) \end{aligned}$$

したがって、上述の式（45）にて得られるfmodとADコンバータ1dにおけるサンプリング周波数fsとを用いてfs/fmodを計算することができるが、この値は、サンプリングの細かさをあらわす指標となるものである。

図54（a）は、上述の式（45）を用いることにより、mag, barおよびビームスピードvを変化させた場合に求められるfmodの値を示す図である。このようにして得られたfmodの値を用いて、本実施形態にかかるバーコード読

取装置において、サンプリング周波数  $f_s$  を 5 MHz, 10 MHz および 20 MHz とした場合の  $f_s / f_{mod}$  の計算結果を、それぞれ図 54 (b), 図 54 (c) および図 54 (d) に示す。

なお、従来よりの方式によるバーコード読取装置において、図 54 (b) ~ 図 54 (d) にあるような  $\mu g, bar$  の値によるバーコード読取を行なうためには、40 MHz のサンプリング周波数  $f_s$  が必要であったが、この場合の  $f_s / f_{mod}$  の値としては図 54 (e) のようになる。即ち、この図 54 (e) に示すように、どの設定値の場合においてもほぼ 10 倍以上のサンプリングの細かさとなる。

これに対し、本実施形態にかかるバーコード読取装置においては、図 54 (e) の場合と同一の  $\mu g, bar$  の値等の読取条件であっても、低いサンプリング周波数で読取が可能となるため、 $f_s / f_{mod}$  の値を、例えば以下の式 (46) のように設定したとしても、要求されるバーコード読取精度を十分に確保することができる。

$$2 < f_s / f_{mod} \leq 10 \quad \dots (46)$$

が本発明により実現可能となる。

したがって、この場合においても、受信側の回路においては広帯域性を必要とせず、信号対雑音比 ( $S/N$ ) を向上させることで、読取エリアの拡大、読取分解能の向上および媒体自身に読取ノイズの原因が含まれている場合の読取精度の改善を図ることができるほか、二値化情報の情報長の基本単位長を計測するために高速なクロックをそなえる必要もなくなるため、サンプリング精度を落としても二値化情報の読取精度を高く保つことができ、装置構成のためのハードウェアコストを、装置の性能を高めつつ改善させることができる利点もある。

なお、上述の  $f_s / f_{mod}$  の値を、「10」あるいは「20」以上とした場合においても、本発明におけるバーコード読取装置として十分実現可能である。

(F) その他

上述のバーコード読取装置は、バーコード上に LD (Laser Diode) 等にて発光されるビーム光を走査させてその反射光によりバーコードの白黒を検出するタイプのものであるが、CCD (Charge Coupled Device) 等による外来の光によりバーコードの白黒を検出するタイプのものにも、本発明について同様に適用することができる。この場合には、光走査部 1 A の構成は省略されるとともにアナログ処理部としての機能部に CCD がそなえられる。

また、上述の本実施形態は、バーコードに含まれるバーコード情報を読み取るバーコード読取装置に関するものであるが、本発明によれば、バーコード以外の、白色領域および黒色領域の幅長データを情報要素とし上記の白色領域と黒色領域とが交互に配置されて所定組の情報要素を有するデータ群が表現される標識が記録された媒体から、前記データ群の情報を前記各幅長データ間の整数比として読み取る際に用いることもできる。

さらに、本発明によれば、上述のごとき媒体からデータ群の情報を各幅長データの整数比として読み取ることを前提とせずに、単に所定の情報長を有して 1 次元配置された二値化情報を含む信号を取り込んで、この二値化情報の情報長の比を読み取る際に用いることも可能である。

また、上述の本実施形態にかかるバーコード読取装置においては、読取処理部 1 C への入力側に AD コンバータ 1 d がそなえられ、読取処理部 1 C 内ではデジタル信号処理により切り出し処理を行なうように構成されているが、特にこのデジタル信号処理を行なう機能部についてはファームウェアなどにより構成することができるほか、ソフトウェアないしハードウェアによる構成も十分可能である。

また、図 1 に示す読取処理部 1 C の入力側に AD コンバータ 1 d をそなえない場合には、アナログ信号処理により上述の切り出し部 1 e、モジュール周波数抽出部 1 g および帯域制限微分処理部 1 h を構成することもでき、この場合には、デシメーション処理部 1 h' 内に AD 変換処理を行なう機能をそなえることが考

(54)

えられる。

さらに、本実施形態にかかるバーコード読取装置の各機能部の処理を、ファームウェアやハードウェア回路などにより動作する複数のプリント版モジュールやカードモジュールなどに分離して担わせたり、ソフトウェアにより動作される情報処理装置により担わせたりすることもできる。

たとえば、図55に示すように、前述の図1に示すバーコード読取装置としての機能として、プリント版モジュール1Dおよびこのプリント版モジュール1Dに接続された情報処理端末1Fにより動作させることもできる。

すなわち、プリント版モジュール1Dに、図1に示す切り出し部1e、適用型帯域制限微分部1fおよびモジュール点毎振幅抽出部1iとしての機能を持たせるとともに、ソフトウェアにより動作される情報処理端末にモジュール数算出部1mおよびキャラクタ構成チェック部1nとしての機能を担わせることもできるのである。

換言すれば、図55に示すプリント版モジュール1Dは、媒体から、所定の情報長を有して1次元配置された二値化情報を含む信号（図10における符号6aの“W”ないし“B”参照）を取り込み、この取込信号から二値化情報の情報長における基本単位長（モジュール長）に相当する基本周波数（モジュール周波数）を抽出する手段としてのモジュール周波数抽出部1gと、抽出された基本周波数情報に基づいて、取込信号について帯域制限処理を施した後、二値化情報の境界情報を抽出する手段としての帯域制限微分処理部1hおよびモジュール点毎振幅抽出部1iとをそなえてなる読取信号処理ユニットとして機能する。

さらに、図56に示すように、上述した図55の場合のほか、図56に示すように、読取信号処理ユニットとしてのプリント版モジュール1Eおよびこのプリント版モジュール1Dに接続された情報処理端末1Gにより動作させることもできる。

すなわち、プリント版モジュール1Eに、図1に示す切り出し部1e、適用型帯域制限微分部1f、モジュール点毎振幅抽出部1iおよびモジュール数算出部1mとしての機能を持たせるとともに、ソフトウェアにより動作される情報処理端末にキャラクタ構成チェック部1nとしての機能を担わせることもできるのである。

換言すれば、図56に示すプリント版モジュール1Eは、媒体から、所定の情報長を有して1次元配置された二値化情報を含む信号を取り込み、この取込信号から二値化情報の情報長における基本単位長に相当する基本周波数（モジュール周波数）を抽出する手段としてのモジュール周波数抽出部1gと、抽出された基本周波数情報に基づいて、取込信号について帯域制限処理を施した後、二値化情報の情報長の比を抽出する手段としての帯域制限微分処理部1h、モジュール点毎振幅抽出部1iおよびモジュール数算出部1mとをそなえてなる読取信号処理ユニットとして機能する。

したがって、基本周波数を抽出する手段としてのモジュール周波数抽出部1gと二値化情報の境界情報を抽出する手段としてのモジュール点毎振幅抽出部1iとをそなえたことにより、少なくとも取込信号について帯域制限して三値化する機能までを、他の機能部と分離させて担わせることができるので、この読取信号処理ユニットの部分のみを他の情報処理装置における処理等に流用することができ、装置の汎用化を図りつつ、装置構成のバリエーションを広げることが可能である。

また、上述した実施形態に関わらず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

さらに、本発明の各実施形態が開示されていれば、当業者によって製造することが可能である。

#### 産業上の利用可能性

以上のように、本発明の情報読取方法は、媒体から所定の情報長を有して1次

元配置された二値化情報を含む信号を取り込んで、この取り込んだ信号に含まれる2値の振幅情報で表現される幅情報を整数比で読み取る際に有用であり、特にバーコードスキャナに適している。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本実施形態にかかるバーコード読取装置を示すブロック図である。

【図2】

本実施形態におけるバーコード読取装置にて用いられるトランスバーサルフィルタを説明するための図である。

【図3】

本実施形態におけるバーコード読取装置にて用いられるトランスバーサルフィルタを示す図である。

【図4】

(a)～(d)はいずれも本発明の一実施形態におけるバーコード読取装置を説明するための図である。

【図5】

本実施形態における切り出し部を示すブロック図である。

【図6】

(a)～(c)はいずれも本実施形態における切り出し部の動作を説明するための図である。

【図7】

本実施形態における切り出し部の動作を説明するための図である。

【図8】

本実施形態の変形例としての切り出し部を示すブロック図である。

【図9】

(a)～(c)はいずれも本実施形態の変形例としての切り出し部の動作を説明するための図である。

【図10】

本実施形態における適用型帯域制限微分を説明する図である。

【図11】

本実施形態における適用型帯域制限微分を説明する図である。

【図12】

本実施形態における適用型帯域制限微分を説明する図である。

【図13】

本実施形態における適用型帯域制限微分を説明する図である。

【図14】

本実施形態における適用型帯域制限微分を説明する図である。

【図15】

本実施形態における適用型帯域制限微分を説明する図である。

【図16】

本実施形態における適用型帯域制限微分を説明する図である。

【図17】

本実施形態における適用型帯域制限微分を説明する図である。

【図18】

本実施形態における適用型帯域制限微分を説明する図である。

【図19】

本実施形態における適用型帯域制限微分を説明する図である。

【図20】

本実施形態における適用型帯域制限微分を説明する図である。

【図21】

本実施形態における適用型帯域制限微分を説明する図である。

【図22】

本実施形態における適用型帯域制限微分部を示すブロック図である。

【図 2 3】

本実施形態における適用型帯域制限微分部の動作を説明するための図である。

【図 2 4】

本実施形態における適用型帯域制限微分部の第1の変形例についての要部を示すブロック図である。

【図 2 5】

本実施形態における適用型帯域制限微分部の第1の変形例についての動作を説明するための図である。

【図 2 6】

本実施形態における適用型帯域制限微分部の第1の変形例についての動作を説明するための図である。

【図 2 7】

本実施形態における適用型帯域制限微分部の要部の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 2 8】

本実施形態における適用型帯域制限微分部の要部の動作を説明するための図である。

【図 2 9】

本実施形態におけるモジュール点毎振幅抽出部を示すブロック図である。

【図 3 0】

本実施形態におけるモジュール点毎振幅抽出部の動作を説明するための図である。

【図 3 1】

(a) ~ (c) はいずれも本実施形態におけるモジュール点毎振幅抽出部の動作を説明するための図である。

【図 3 2】

本実施形態におけるモジュール点毎振幅抽出部の動作を説明するための図である。

【図 3 3】

本実施形態におけるモジュール点毎振幅抽出部の動作を説明するための図である。

【図 3 4】

本実施形態におけるモジュール点毎振幅抽出部の動作を説明するための図である。

【図 3 5】

本実施形態におけるモジュール点毎振幅抽出部の要部を示すブロック図である。

【図 3 6】

本実施形態におけるモジュール点毎振幅抽出部の動作を説明するための図である。

【図 3 7】

本実施形態におけるモジュール点毎振幅抽出部の動作を説明するための図である。

【図 3 8】

(a) ~ (c) はいずれも本実施形態におけるモジュール点毎振幅抽出部の動作を説明するための図である。

【図 3 9】

本実施形態におけるモジュール点毎振幅抽出部の要部を示すブロック図である。

【図 4 0】

本実施形態におけるモジュール点毎振幅抽出部の動作を説明するための図である。

(57)

る。

【図41】

本実施形態におけるモジュール点毎振幅抽出部の動作を説明するための図である。

【図42】

本実施形態の変形例におけるモジュール点毎振幅抽出部の要部を示すブロック図である。

【図43】

本実施形態の変形例におけるモジュール点毎振幅抽出部の要部を示すブロック図である。

【図44】

本実施形態の変形例におけるモジュール点毎振幅抽出部の動作を説明するための図である。

【図45】

本実施形態の変形例におけるモジュール点毎振幅抽出部の動作を説明するための図である。

【図46】

本実施形態の変形例におけるモジュール点毎振幅抽出部の動作を説明するための図である。

【図47】

本実施形態におけるモジュール点毎振幅抽出部の要部を示すブロック図である。

【図48】

本実施形態におけるモジュール点毎振幅抽出部の要部構成を詳細に示すブロック図である。

【図49】

本実施形態におけるモジュール点毎振幅抽出部の動作を説明するための図である。

【図50】

(a)～(e)はいずれも本実施形態におけるモジュール点毎振幅抽出部の動作を説明するための図である。

【図51】

(a), (b)はいずれも本実施形態におけるモジュール点毎振幅抽出部の動作を説明するための図である。

【図52】

本実施形態にかかるバーコード読取装置の作用効果を説明するための図である。

【図53】

本実施形態にかかるバーコード読取装置の作用効果を説明するための図である。

【図54】

(a)～(e)はいずれも本実施形態にかかるバーコード読取装置の作用効果を説明するための図である。

【図55】

本発明の他の実施形態を示すブロック図である。

【図56】

本発明の他の実施形態を示すブロック図である。

【図57】

バーコード読取装置の外観を示す図である。

【図58】

従来のバーコード読取装置を示すブロック図である。

【図59】

従来のバーコード読取装置を示すブロック図である。

【図60】

従来のバーコード読取装置の動作を説明するための図である。

【図61】

従来のバーコード読取装置の動作を説明するための図である。

【図62】

従来のバーコード読取装置の動作を説明するための図である。

【図63】

本実施形態における適用型帯域制限微分部の第2の変形例としてのモジュール周波数抽出部を示すブロック図である。

【図64】

(a)～(e)はいずれも本実施形態における適用型帯域制限微分部の第2の変形例としてのモジュール周波数抽出部についての動作を説明するための図である。

【図65】

周波数特性データベース11kにて予め保持するn種類の周波数特性F1～Fnを示す図である。

【図66】

本実施形態における適用型帯域制限微分部の第2の変形例としてのモジュール周波数抽出部の動作を説明するための図である。

【図67】

本実施形態における適用型帯域制限微分部の第2の変形例としてのモジュール周波数抽出部の動作を説明するためのフローチャートである。

【図68】

本実施形態における適用型帯域制限微分部の第3の変形例にかかる構成態様としてのモジュール周波数抽出部を適用した場合のブロック図である。

【図69】

(a)～(c)はいずれも適用型帯域制限微分部の第3の変形例としてのモジュール周波数抽出部におけるメディアンフィルタの動作を説明するための図である。

【図70】

(a)～(c)はいずれも従来のバーコード読取装置の動作を説明するための図である。

【図71】

本願発明が解決しようとする課題について説明するための図である。

【図72】

本願発明が解決しようとする課題について説明するための図である。

【符号の説明】

- 1 バーコード
- 1A 光走査部
- 1B アナログ処理部
- 1C 読取処理部
- 1D, 1E プリント板モジュール
- 1F 情報処理端末
- 1a-1 LD
- 1a-2 ポリゴンミラー
- 1b 受光部(光電変換部)
- 1c 増幅部
- 1d ADコンバータ
- 1e 切り出し部
- 1f 適用型帯域制限微分部
- 1g モジュール周波数抽出部

- 1 h 帯域制限微分処理部
- 1 h' デシメーション処理部
- 1 i モジュール点毎振幅抽出部
- 1 j モジュールタイミング信号抽出部
- 1 k 振幅抽出部
- 1 l 三値化部
- 1 m モジュール数算出部
- 1 n キャラクタ構成チェック部
- 2 a-1 ~ 2 a-8 遅延部
- 2 b-1 ~ 2 b-9 乗算器
- 2 c 総和演算器
- 2 d タップ係数保持部
- 4 a 遅延部
- 4 b 加算部
- 11 a 広帯域微分処理部 (微分処理部)
- 11 b 二乗処理部
- 11 c FFT処理部 (周波数スペクトル解析部)
- 11 d スペクトルピーク周波数抽出部
- 11 e 1/2 計算部
- 11 f フィルタ係数算出部
- 11 g 畳み込み処理部
- 11 h 周波数間引部
- 11 i 二乗誤差計算部
- 11 j 最適補正係数抽出部
- 11 k 周波数特性データベース (基準周波数特性データベース)
- 11 m 逆数計算部
- 11 p 補間処理部
- 11 q 乗算器
- 11 r メディアンフィルタ
- 12 a 広帯域微分処理部
- 12 b 二乗処理部
- 12 c FFT処理部
- 12 d スペクトルピーク周波数抽出部
- 12 e 1/2 計算部
- 12 f-1 第1モジュール周波数抽出部
- 12 f-2 第2モジュール周波数抽出部
- 12 h-1, 12 h-2 乗算部
- 12 h-3, 12 h-4 LPF (Low Pass Filter)
- 12 i 振幅正規化部
- 12 j ベクトル差分計算部
- 12 k 位相計算部
- 12 l 積分部
- 12 m モジュール f 2 抽出部
- 14 a トーン信号生成フィルタ
- 14 b ヒルベルト変換部
- 14 c 位相計算部
- 14 d 0ラジアン点タイミング抽出部
- 14 e 遅延時間算出部
- 14 f 遅延フィルタ
- 14 g 振幅抽出部
- 14 h LMS (Least Mean Square)
- 14 i ウェイヴエラー判定部



18 a ベクトル化部  
 18 b 計算部  
 22 a タップ係数記憶部  
 22 b 一次式近似部  
 22 c  $1/2$  間引き部  
 22 d 畳み込み処理部  
 25 a ~ 25 e 遅延フィルタ係数保持部  
 25 f 区分判定部  
 25 g MUX  
 25 h 畳み込み処理部  
 26 a 畳み込み処理部  
 26 b 係数補正判定部  
 26 c フィルタ係数算出部  
 26 d 3 値判定部  
 30 a 特徴抽出部  
 30 b 判定部  
 30 c 広帯域微分処理部  
 30 d 二乗処理部  
 30 e 移動平均演算部  
 30 f しきい値保持部  
 30 g 比較部  
 30 h ゲート  
 31 a ゲート  
 31 b 判定部  
 31 c 微分処理部  
 31 d 二乗処理部  
 31 e 移動平均部  
 31 f 第1 しきい値保持部  
 31 g 第1 比較部  
 31 h ゲート部  
 31 i 平均値算出部  
 31 j 最大値抽出部  
 31 k 除算処理部  
 31 l 第2 しきい値保持部  
 31 m 第2 比較部  
 31 n ゲート部  
 43 a 広帯域LPF 特性係数保持部  
 43 b 位相特性付与部  
 43 c 乗算部  
 43 d IFFT  
 43 e 畳み込み処理部  
 48 a - 1 ゲイン補正係数保持部  
 48 a - 2 乗算部  
 48 b - 1 ~ 48 b - 5 遅延部  
 48 c - 1 ~ 48 c - 5 乗算部  
 48 d - 1 ~ 48 d - 5 加算部  
 48 e 総和演算部  
 48 f 乗算部  
 48 g 該当/非該当判定部  
 48 h g 0 乗算部  
 48 i Cdc 係数保持部  
 48 j 加算部

48k  $\alpha$ 乗算部  
 48m-1~48m-5 乗算部  
 48n-1~48n-5 加算部  
 48o-1~48o-5 タップ係数保持部  
 53a 読取窓面  
 57a 窓面  
 102 バーコード  
 102A, 103A 光走査部  
 102B, 103B アナログ処理部  
 102C, 103C デジタル処理部  
 102a-1, 103a-1 LD  
 102a-2, 103a-2 ポリゴンミラー  
 102b, 103b 受光部  
 102c, 103c 増幅部  
 102d 一回微分処理部  
 102e 遅延処理部  
 102f コンパレータ  
 102g, 103j 幅計測部  
 102h, 103k クロック  
 102i, 103l モジュール比計算部  
 102j, 103m キャラクタ構成チェック部  
 103d ADコンバータ  
 103e, 103f 遅延部  
 103g, 103h 差分処理部  
 103i コンパレータ  
 200 バーコード  
 201 ビーム光  
 202 強弱信号

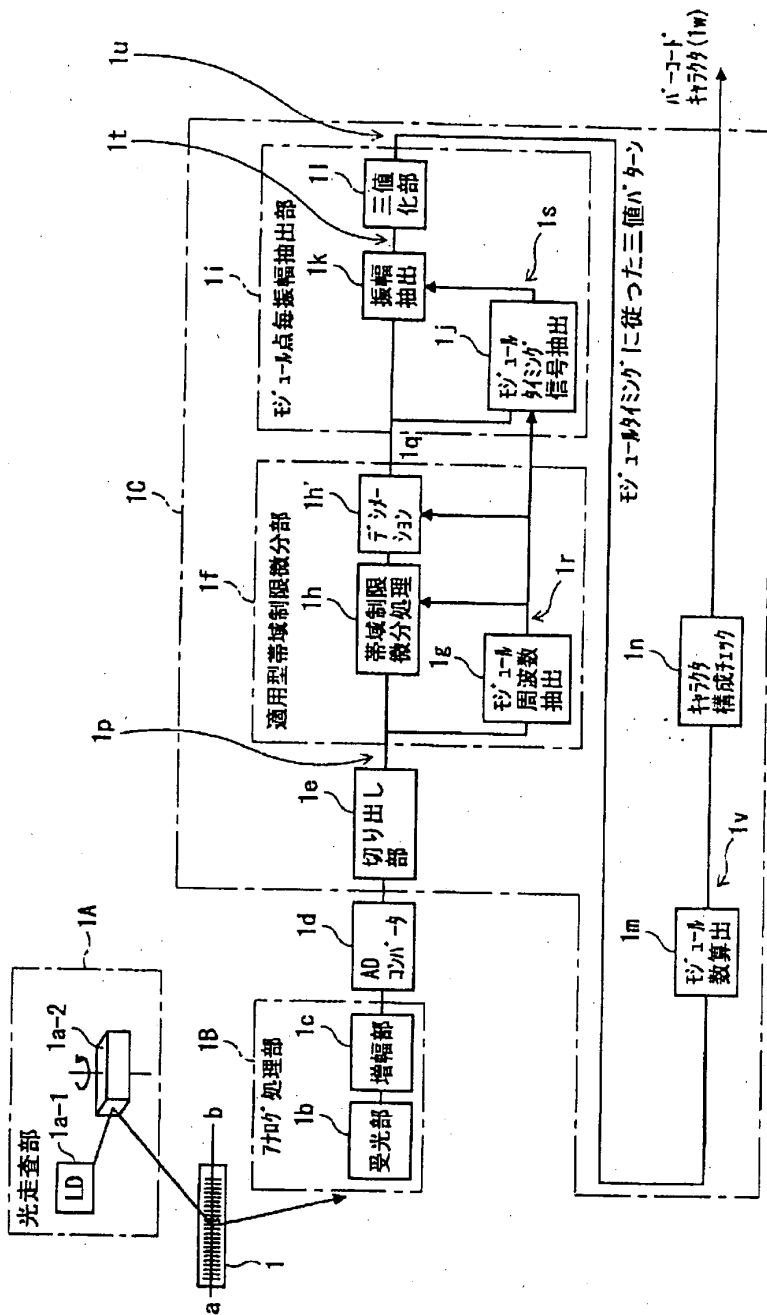
【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ハードウェア規模ないし価格を抑えつつ読み取り信号の $S/N$ とともに読み取り分解能を向上させ、読取深度が拡大した場合や読取面に凹凸やかすみがあった場合の読取精度を向上できるようにする。

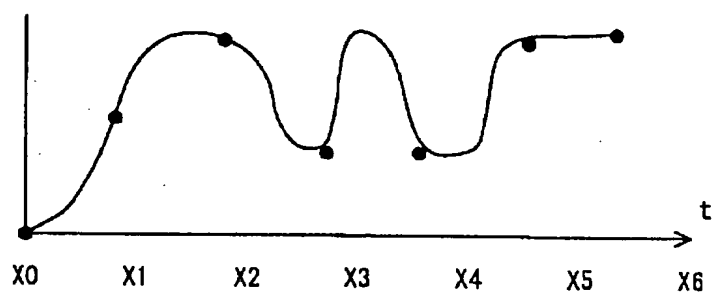
【解決手段】 媒体1から、所定の情報長を有して1次元配置された二値化情報を含む信号を取り込み、前記取込信号から前記二値化情報の情報長における基本単位長に関する情報を抽出し、前記抽出された基本単位長情報に基づいて、前記の取込信号から二値化情報の情報長の比を読み取るように構成する。

【選択図】 図1

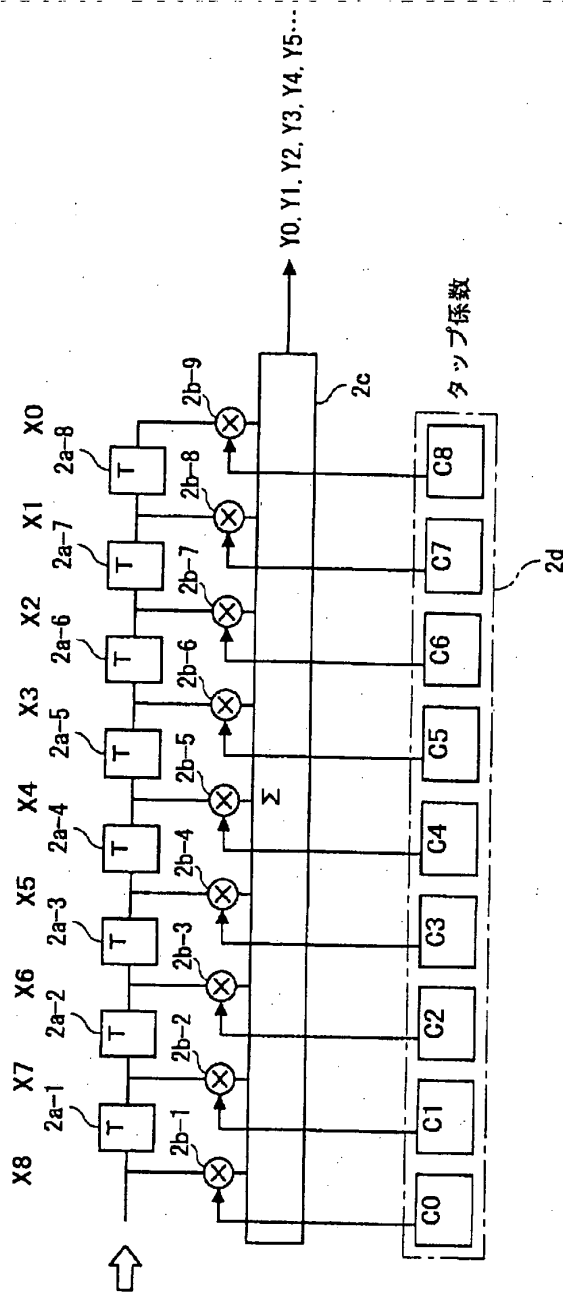


(64)

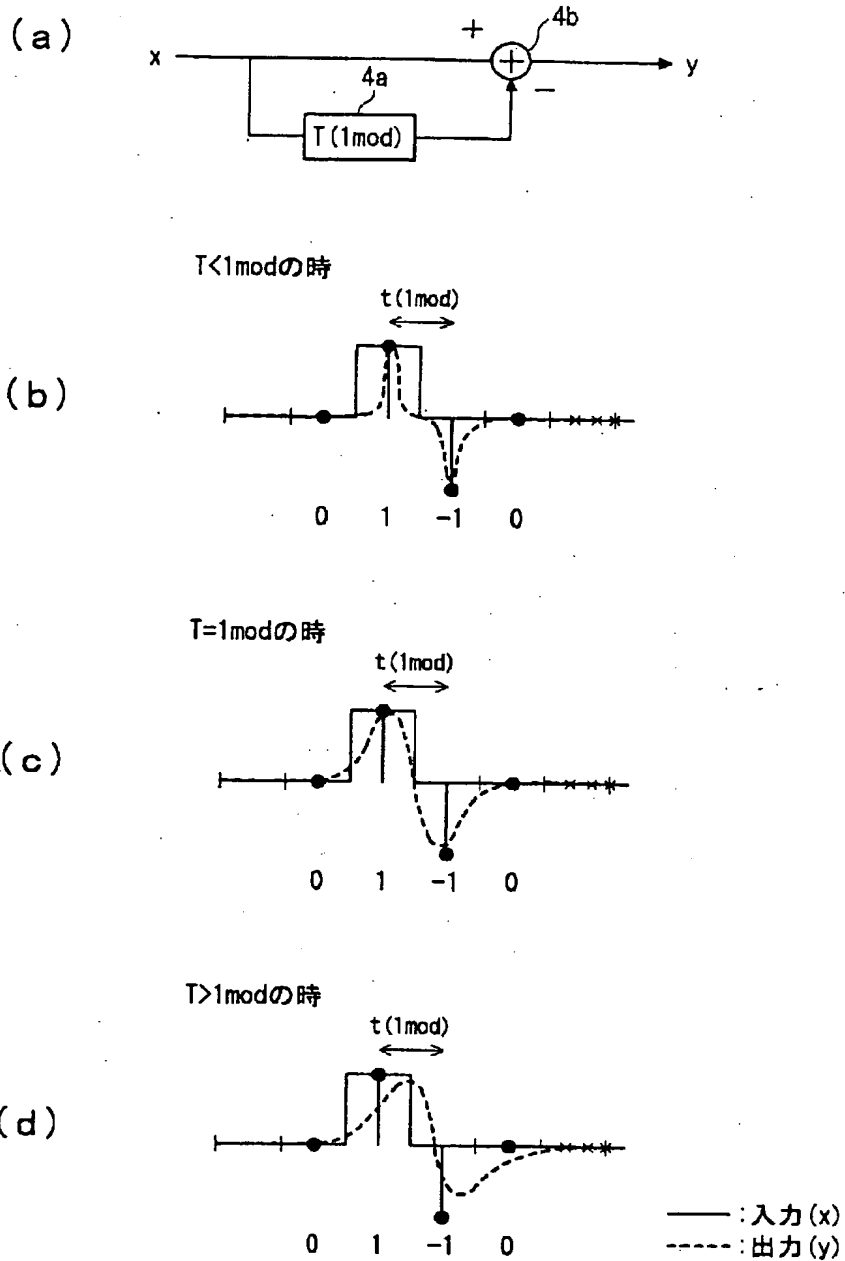
【図 2】



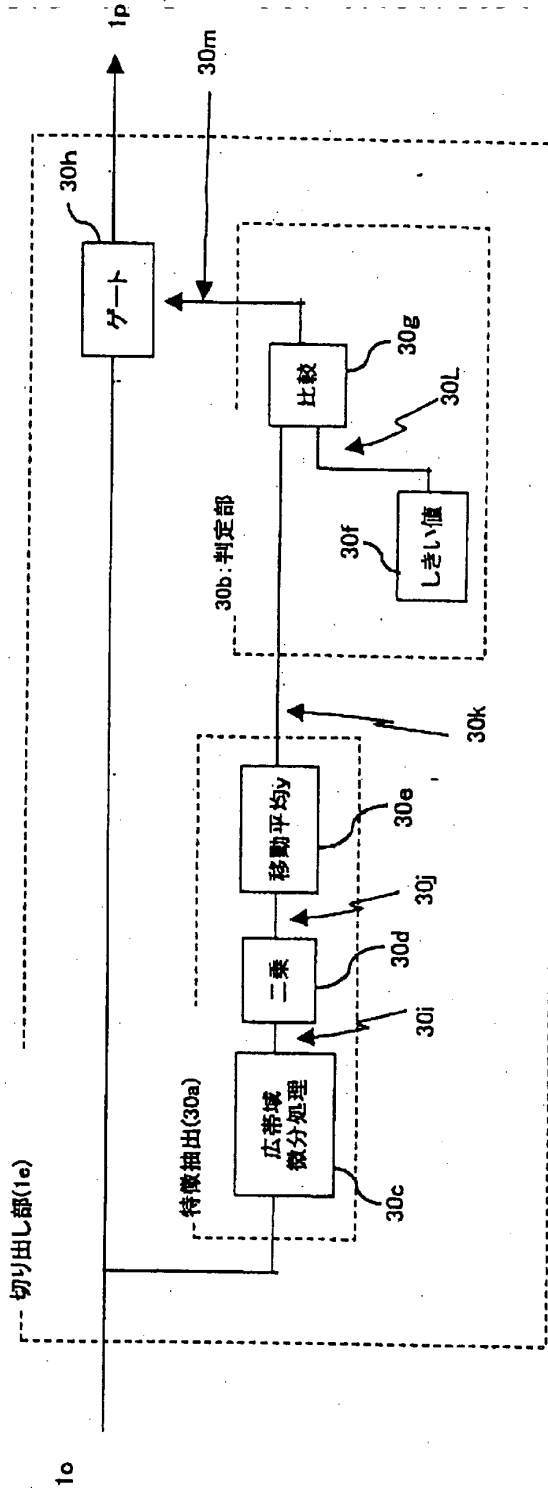
【図3】



【図4】

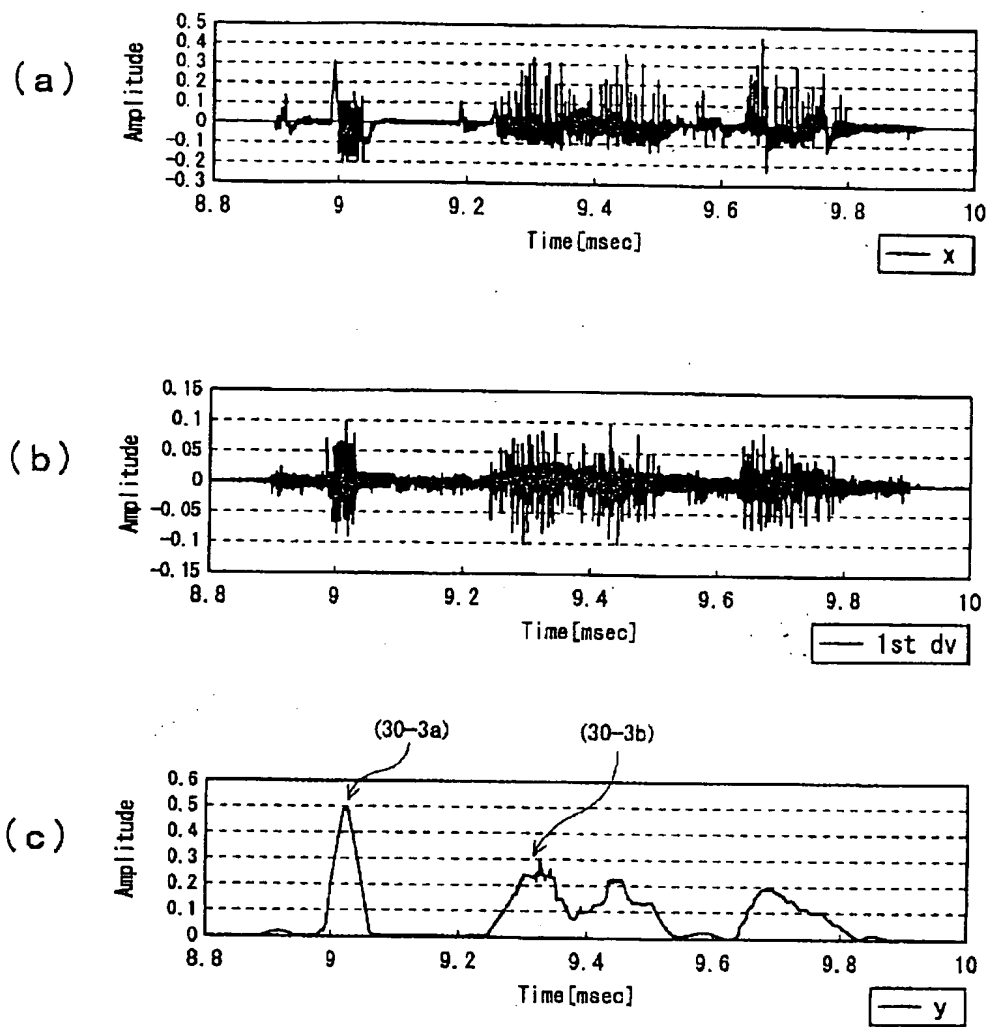


【図5】

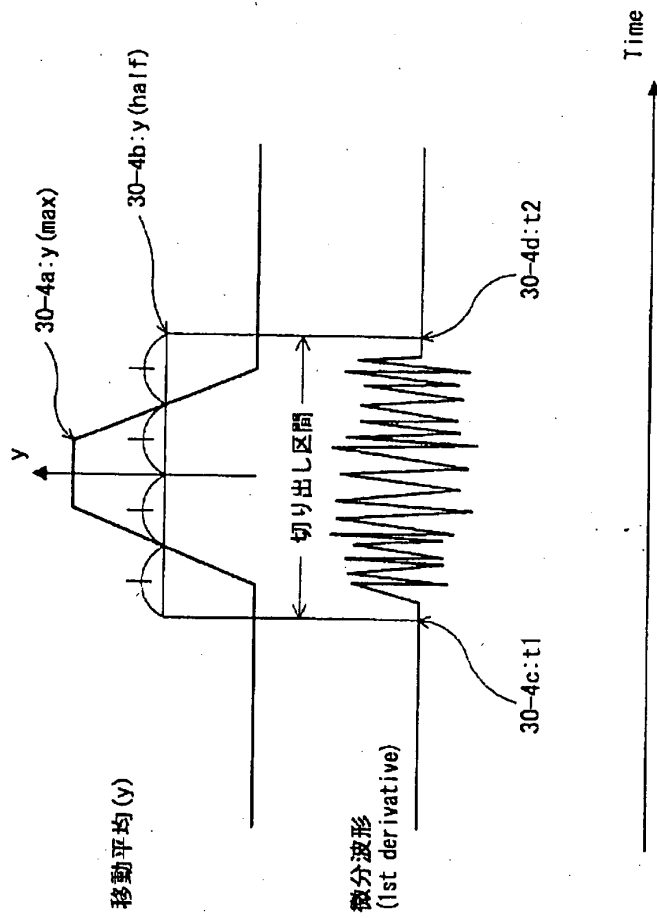




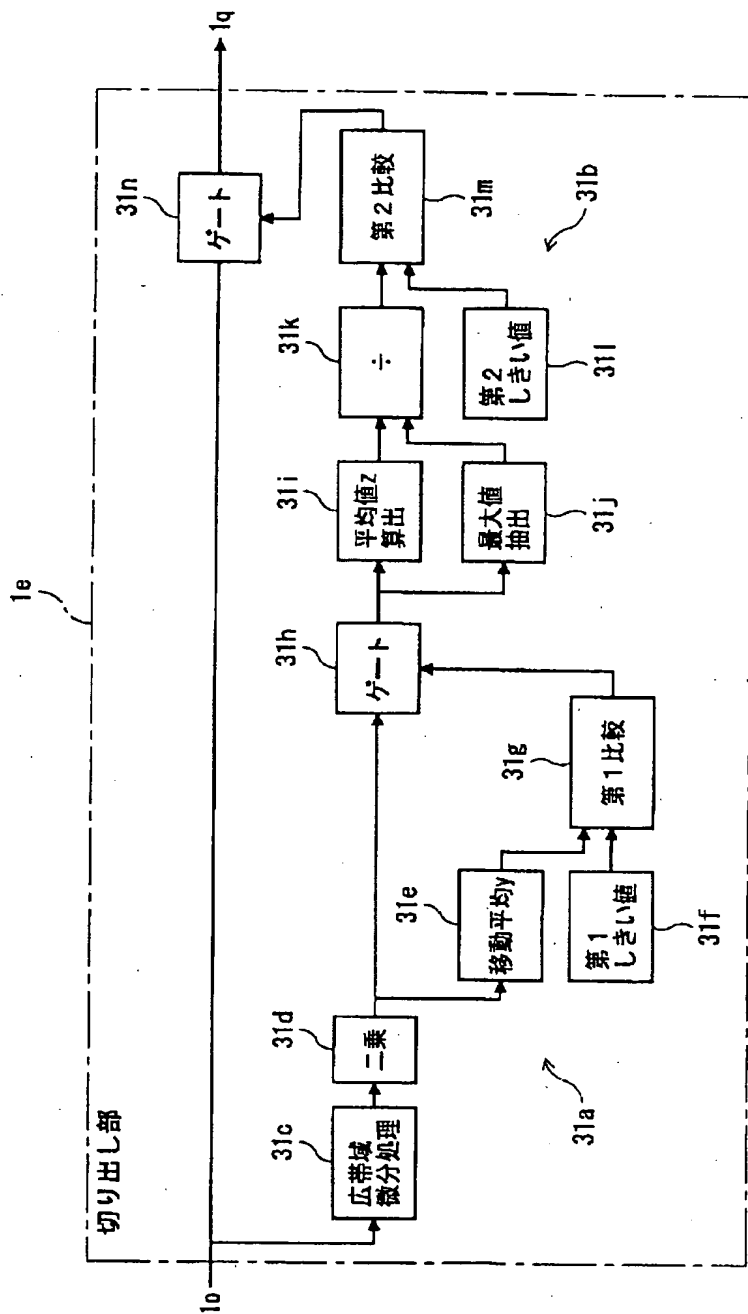
【図 6】



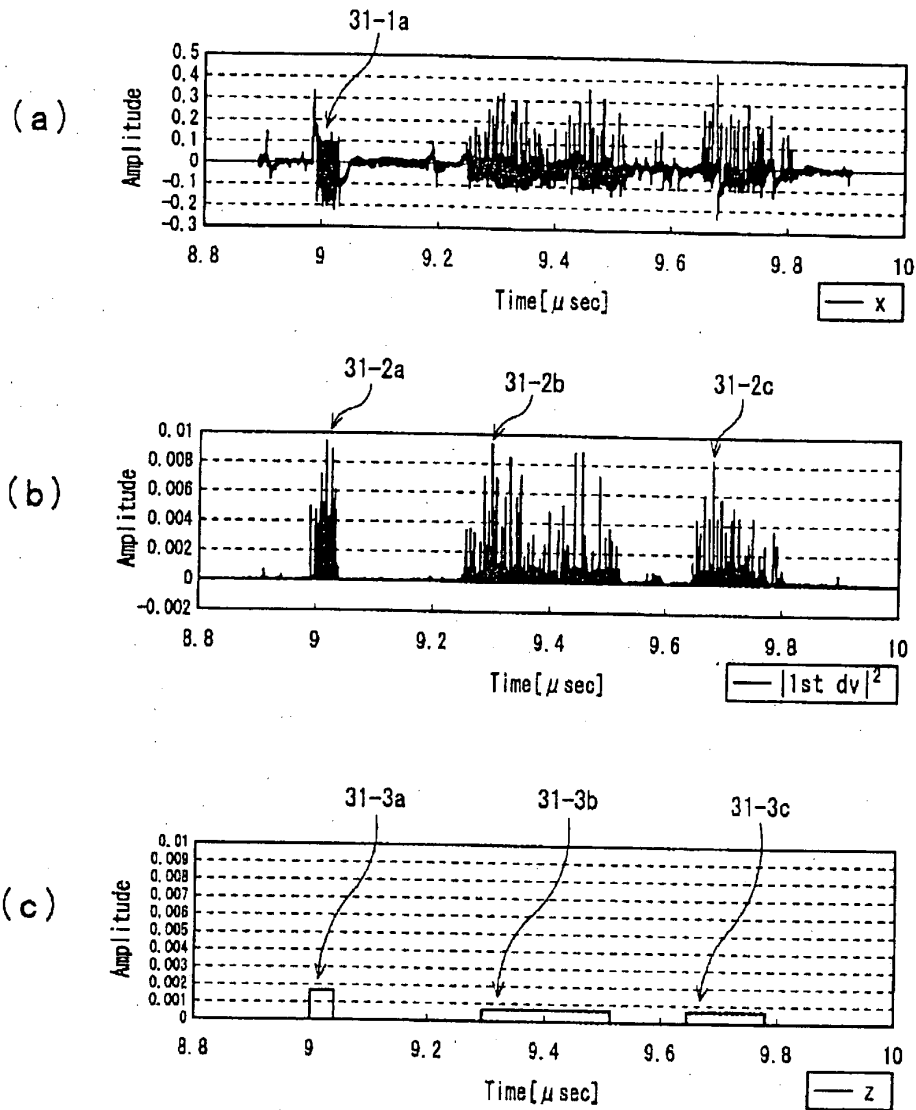
【図 7】



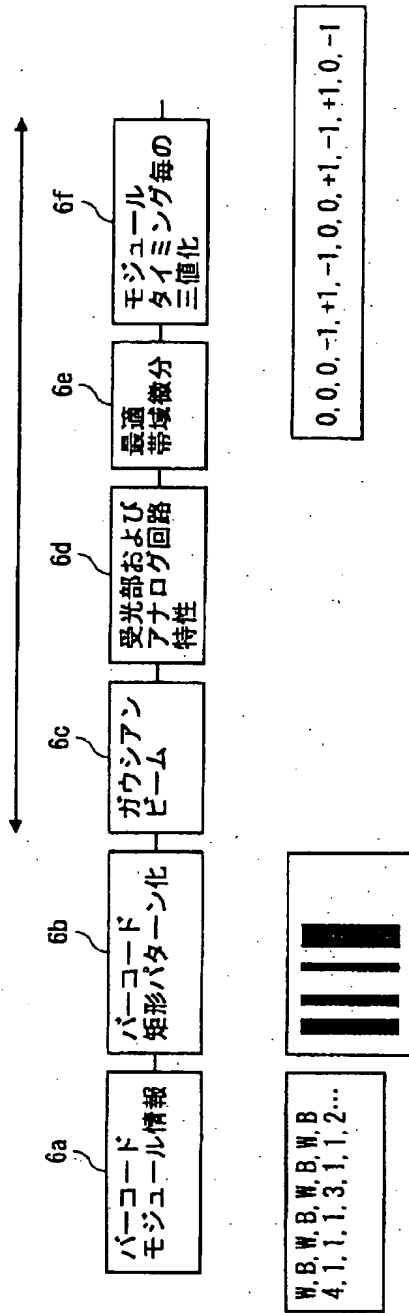
【図8】



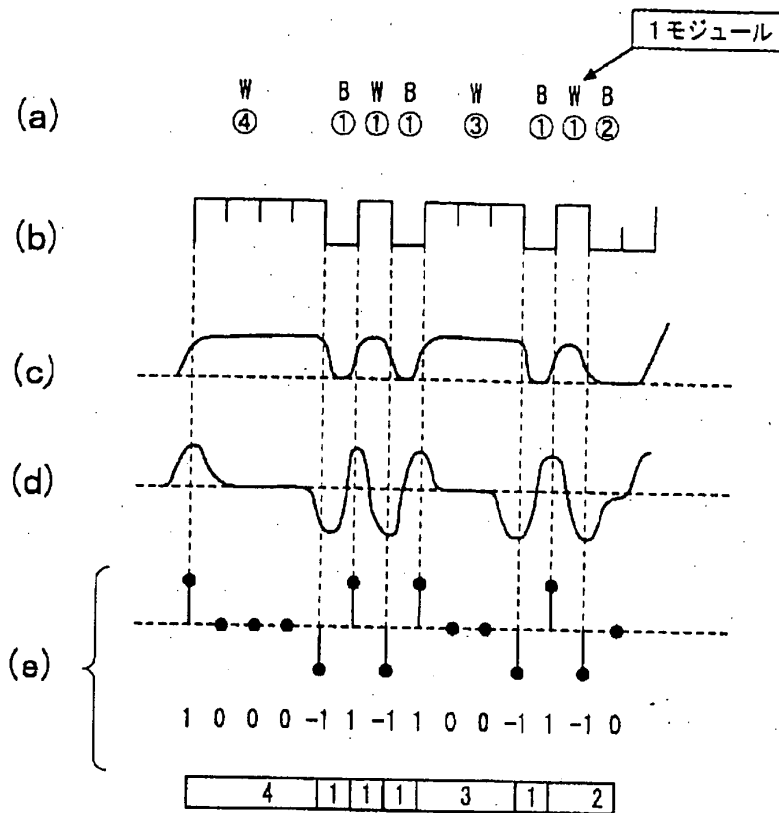
【図9】



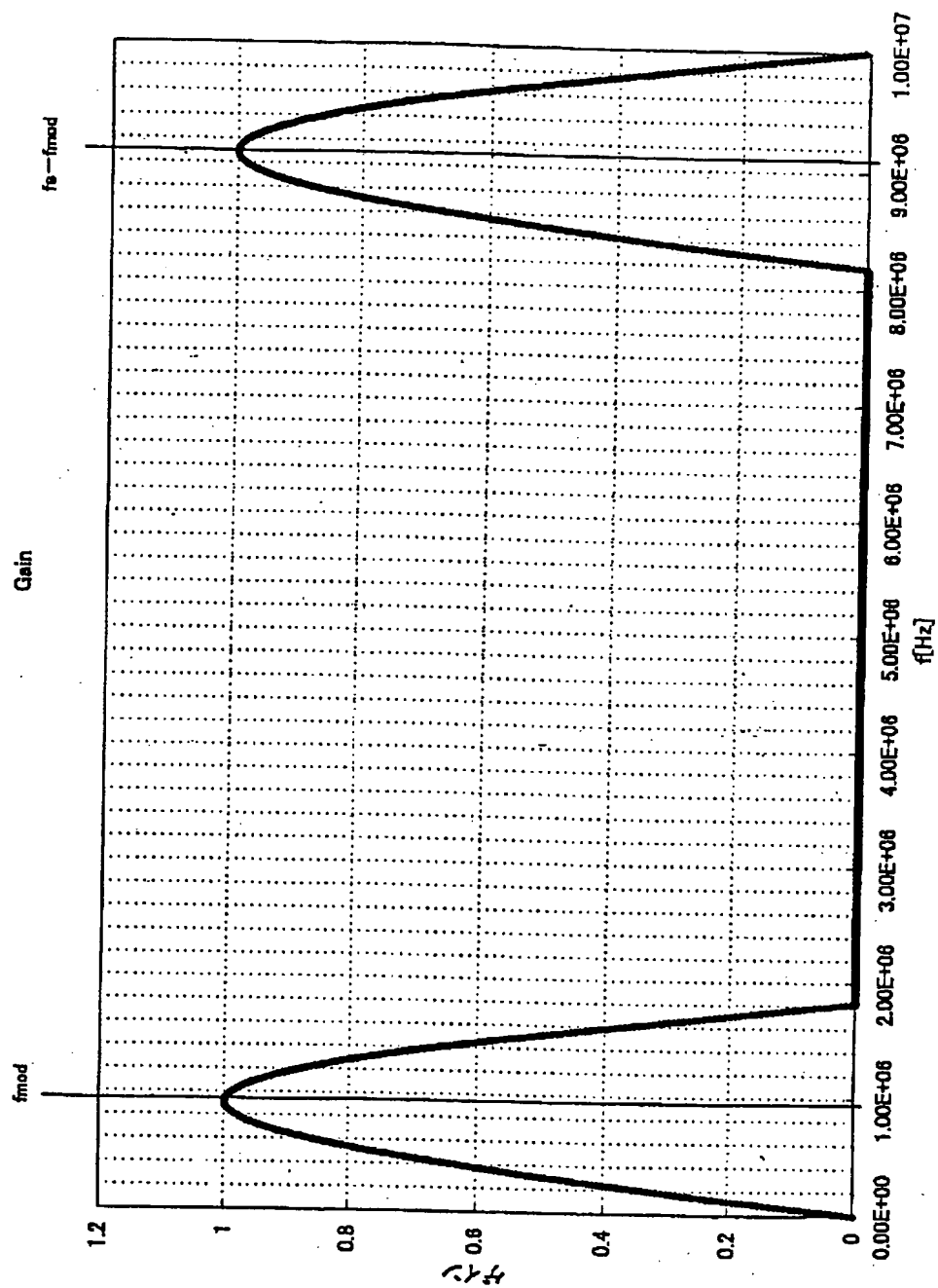
【図10】



【図 1 1】

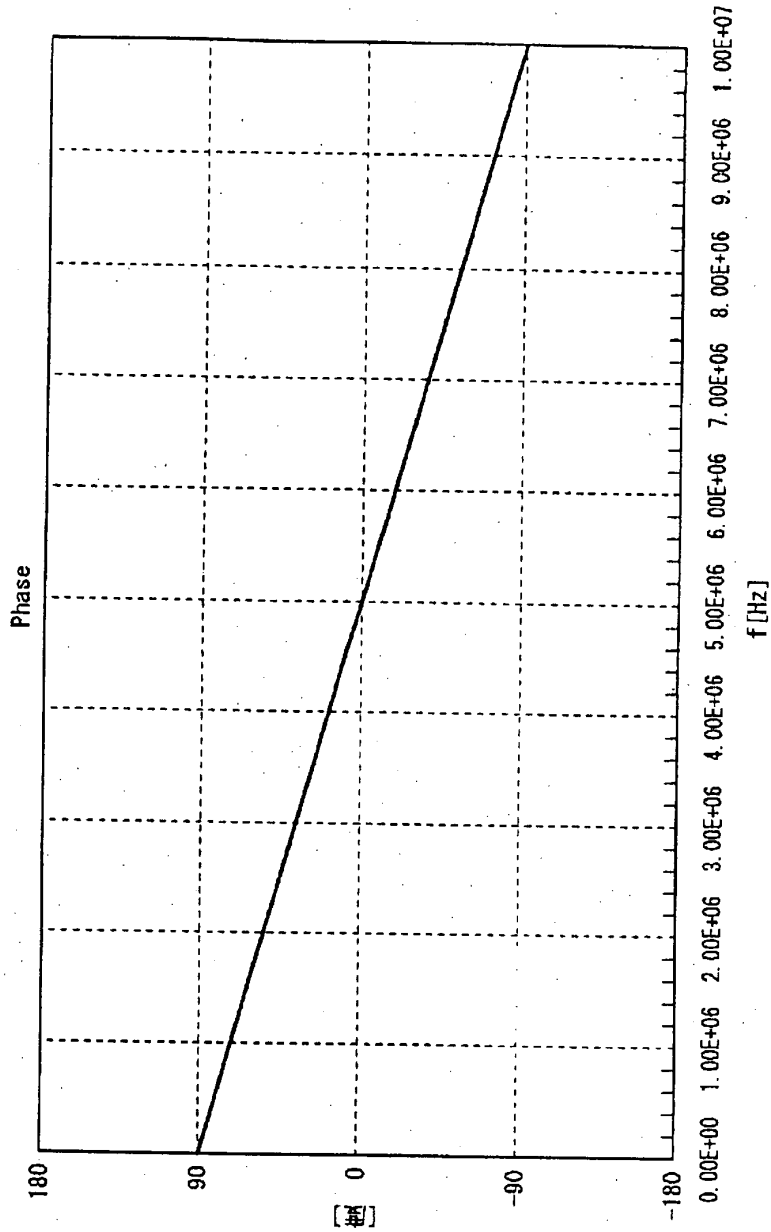


【図 12】



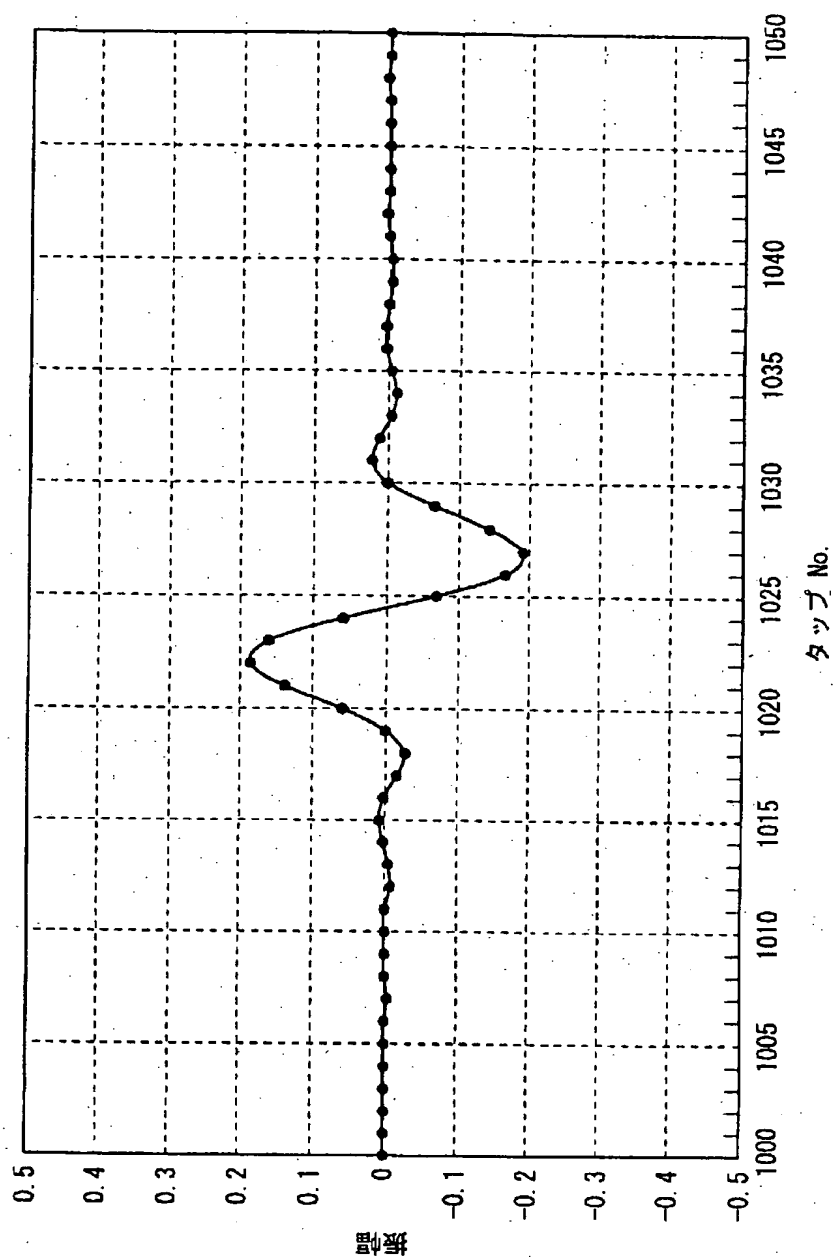
(75)

【図13】

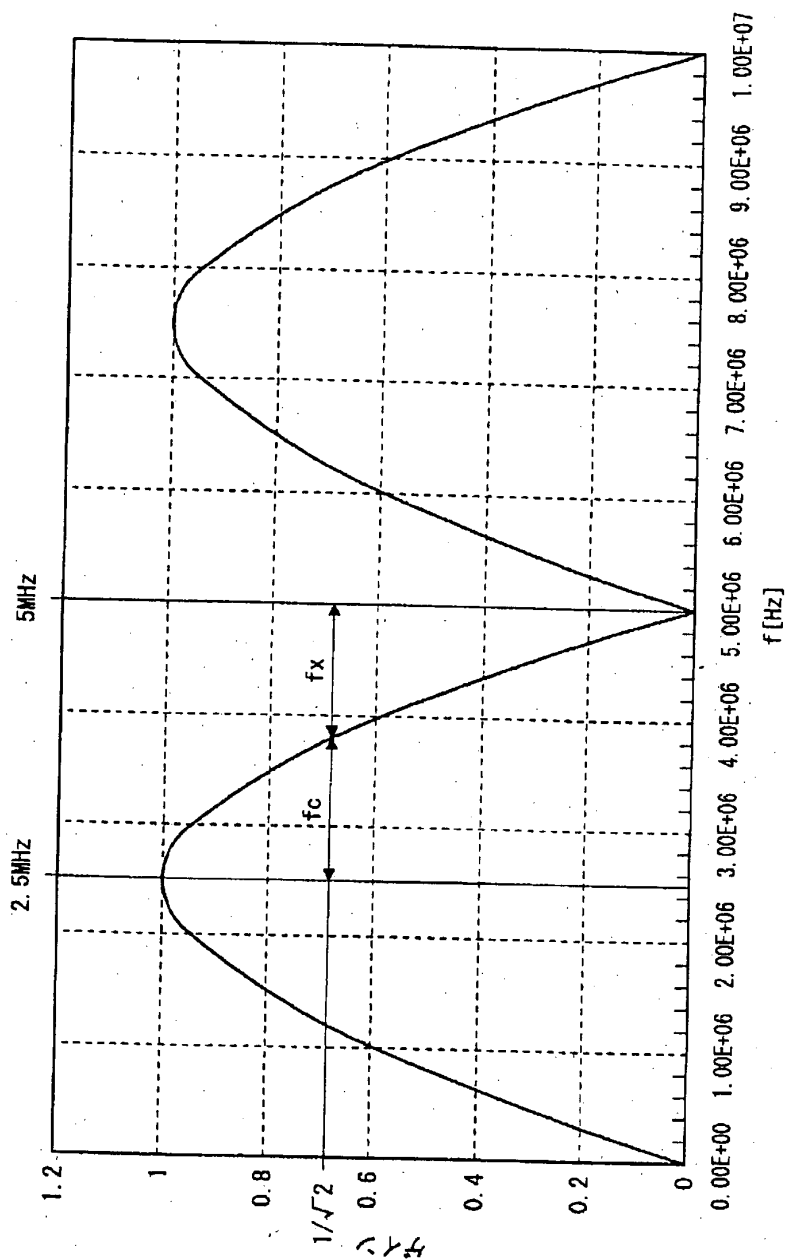




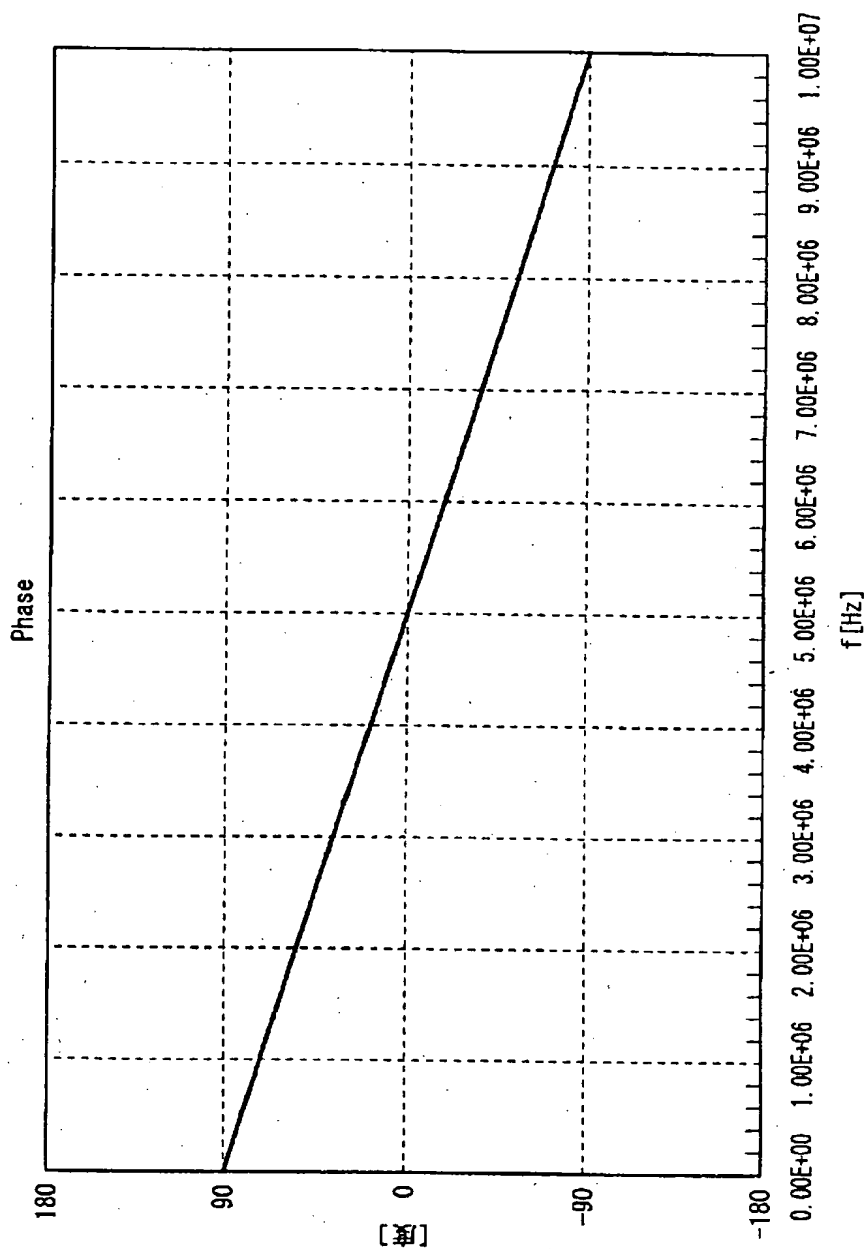
【図 1 4】



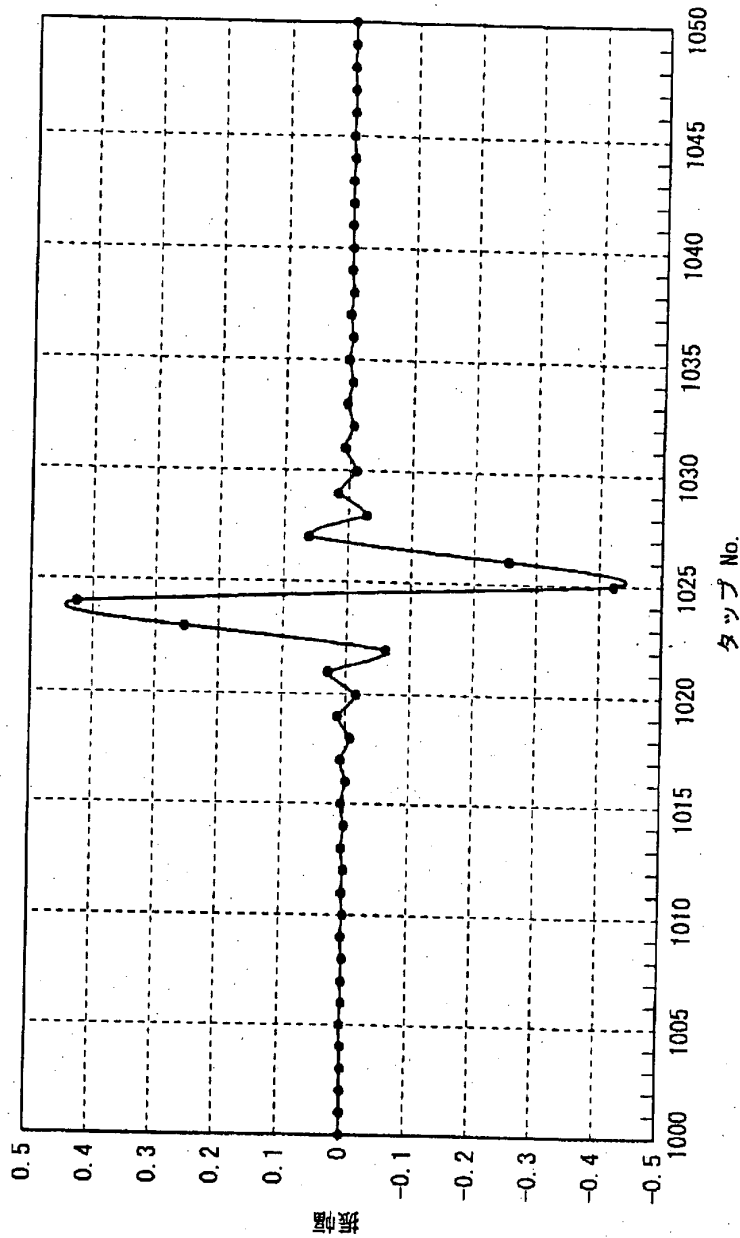
【図15】



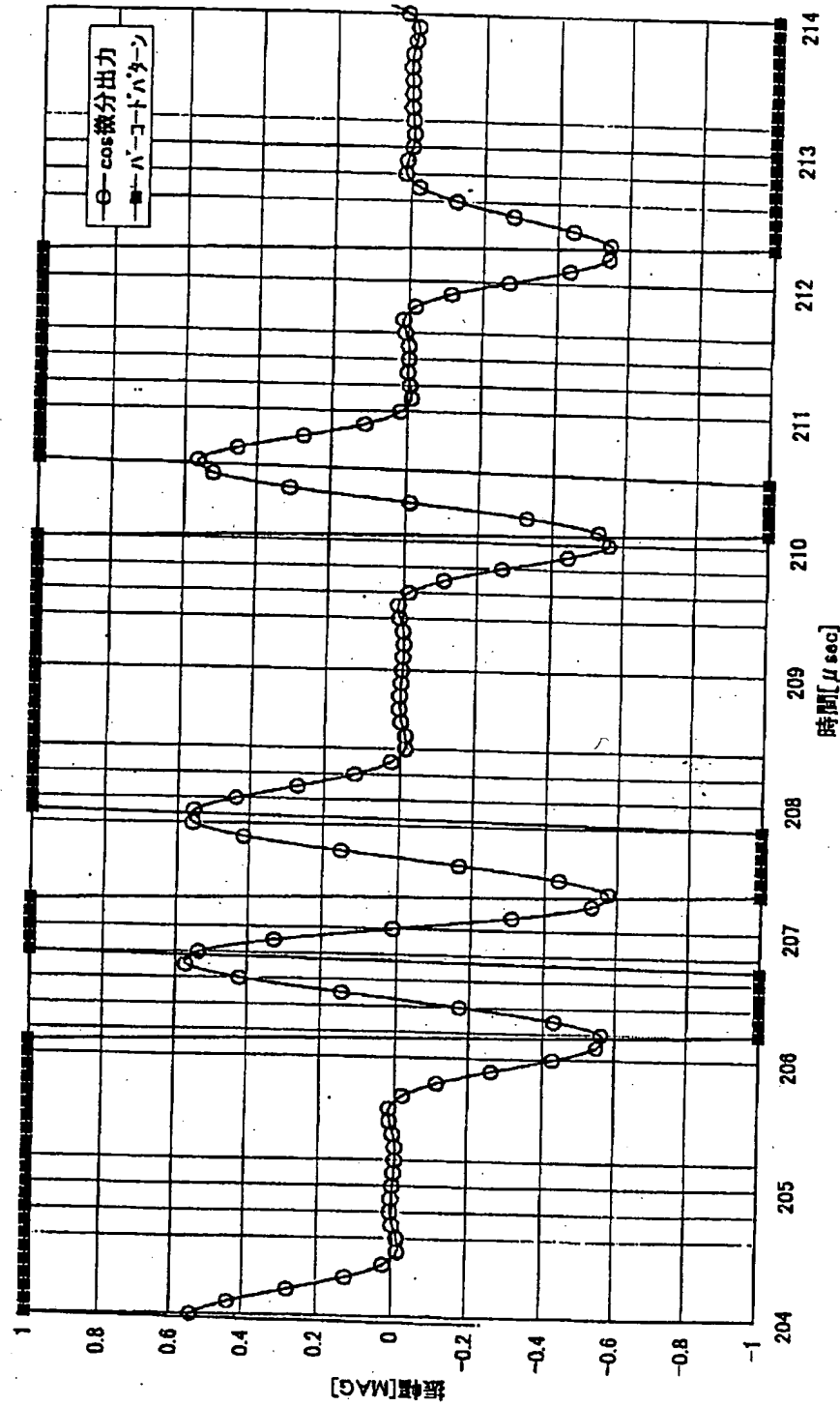
【図16】



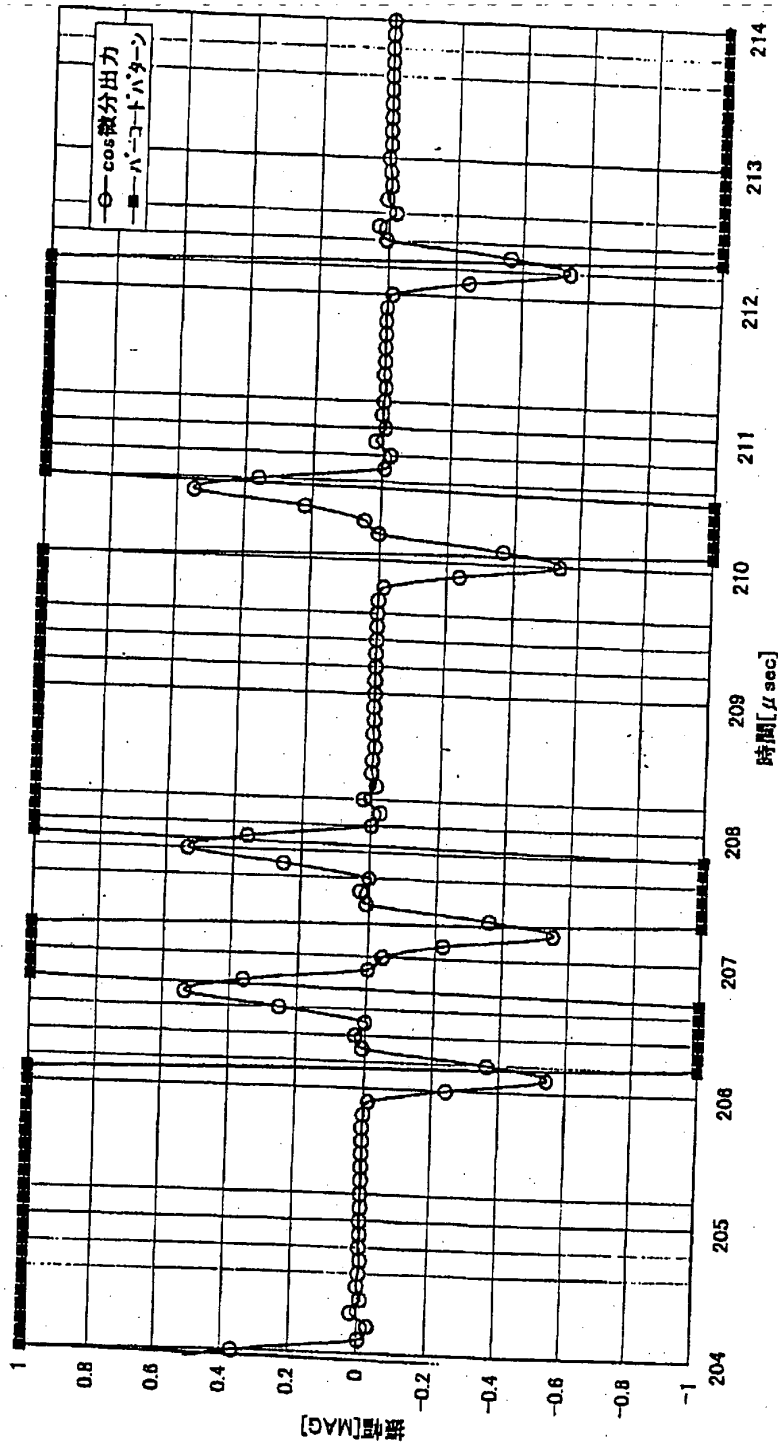
【図17】



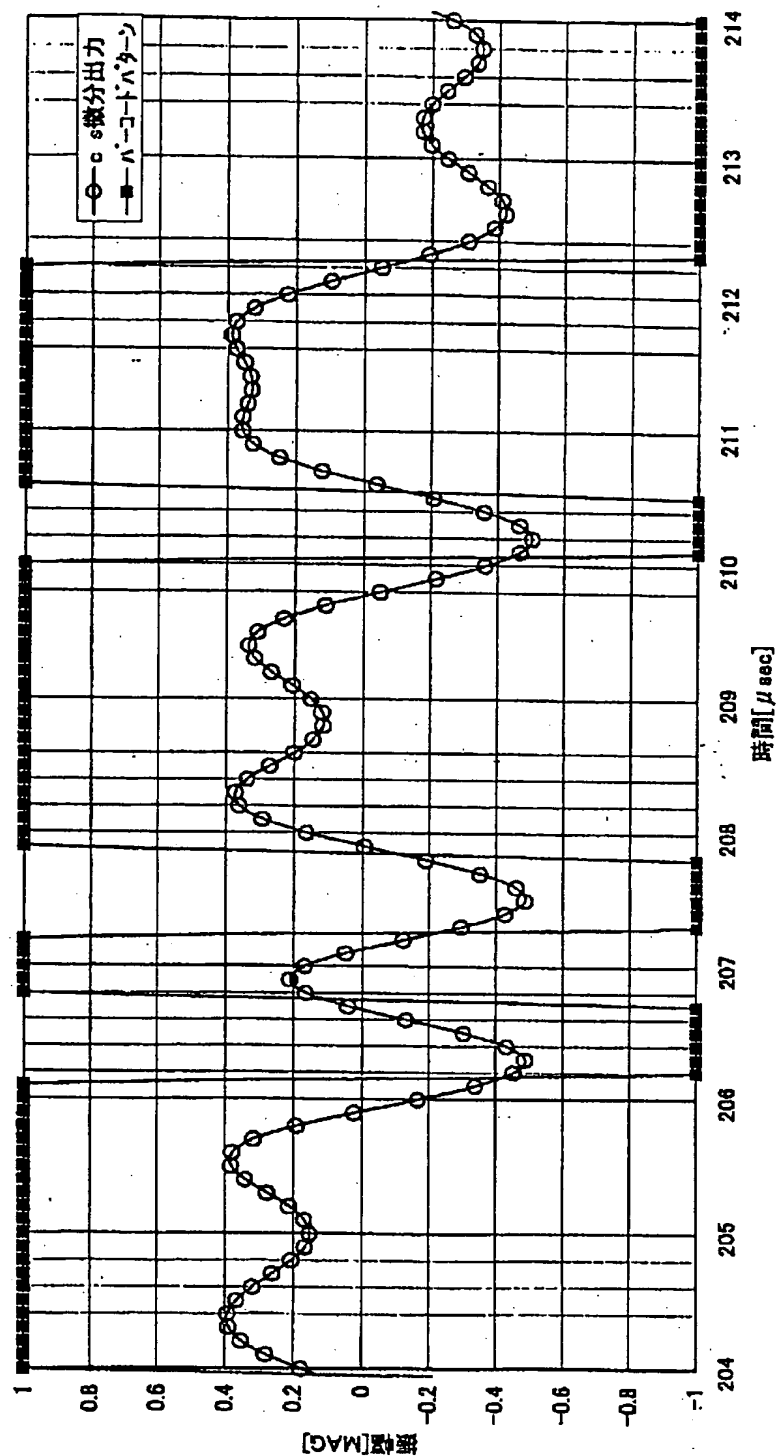
【図18】



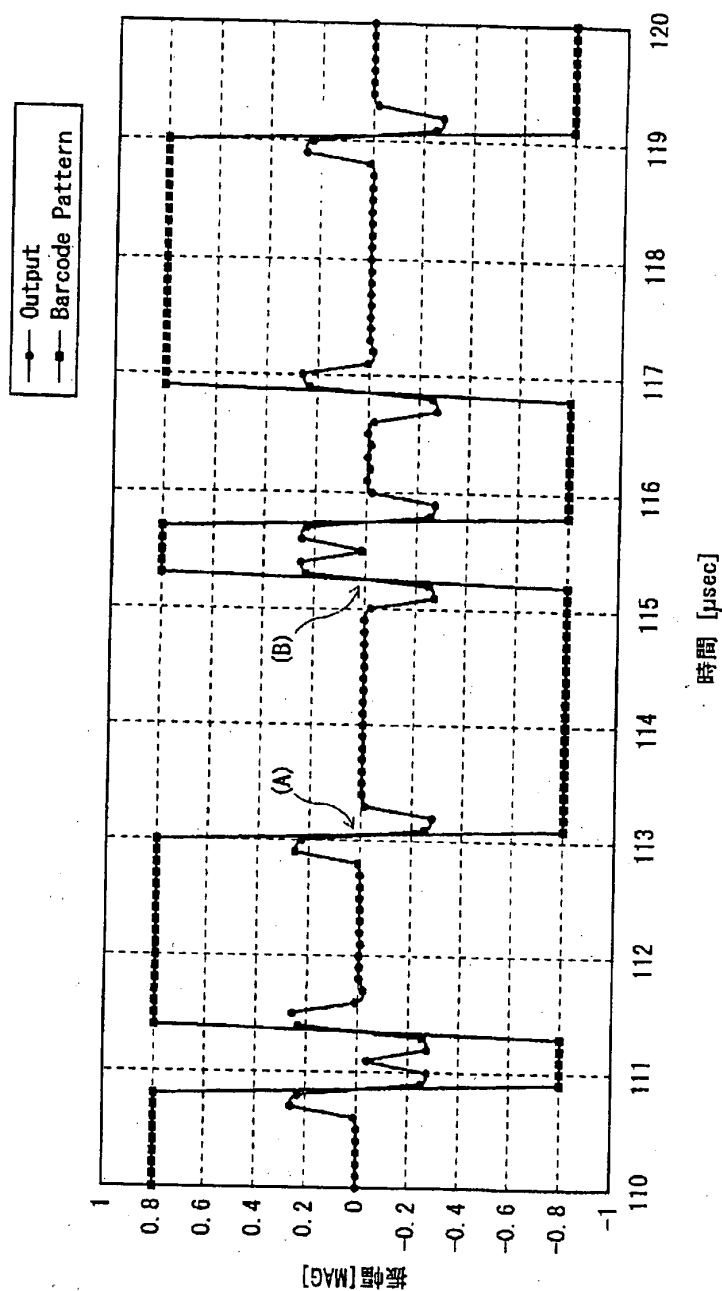
【図19】



【図 20】

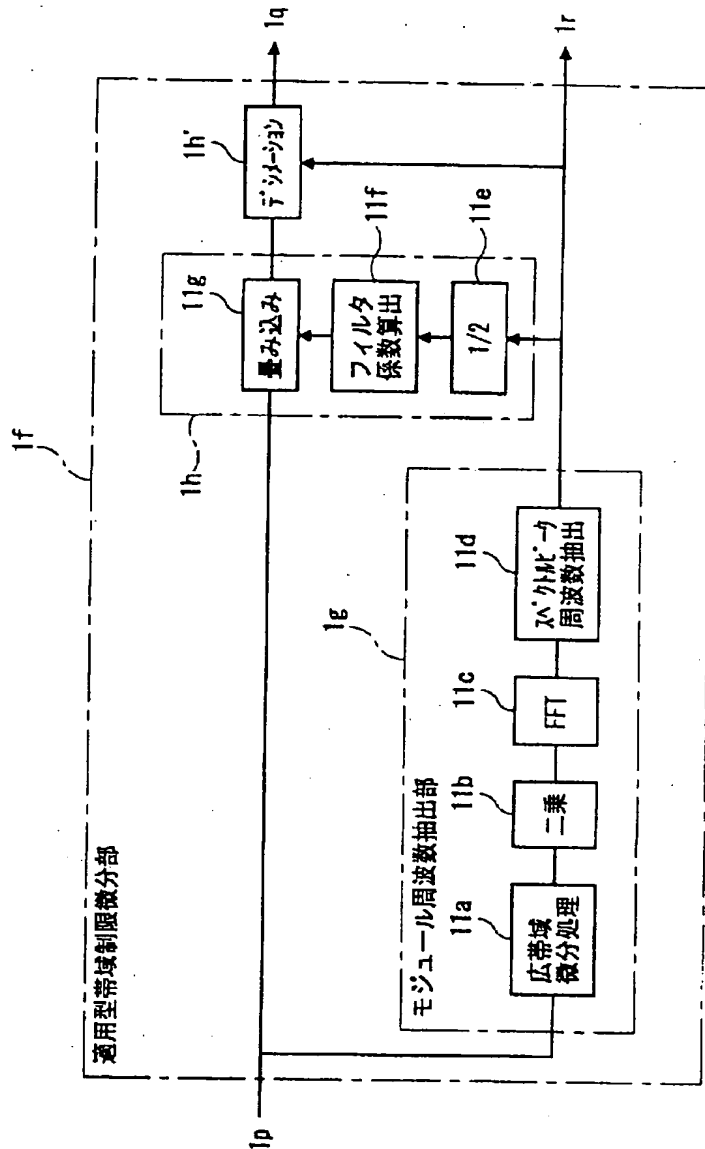


【図 2 1】

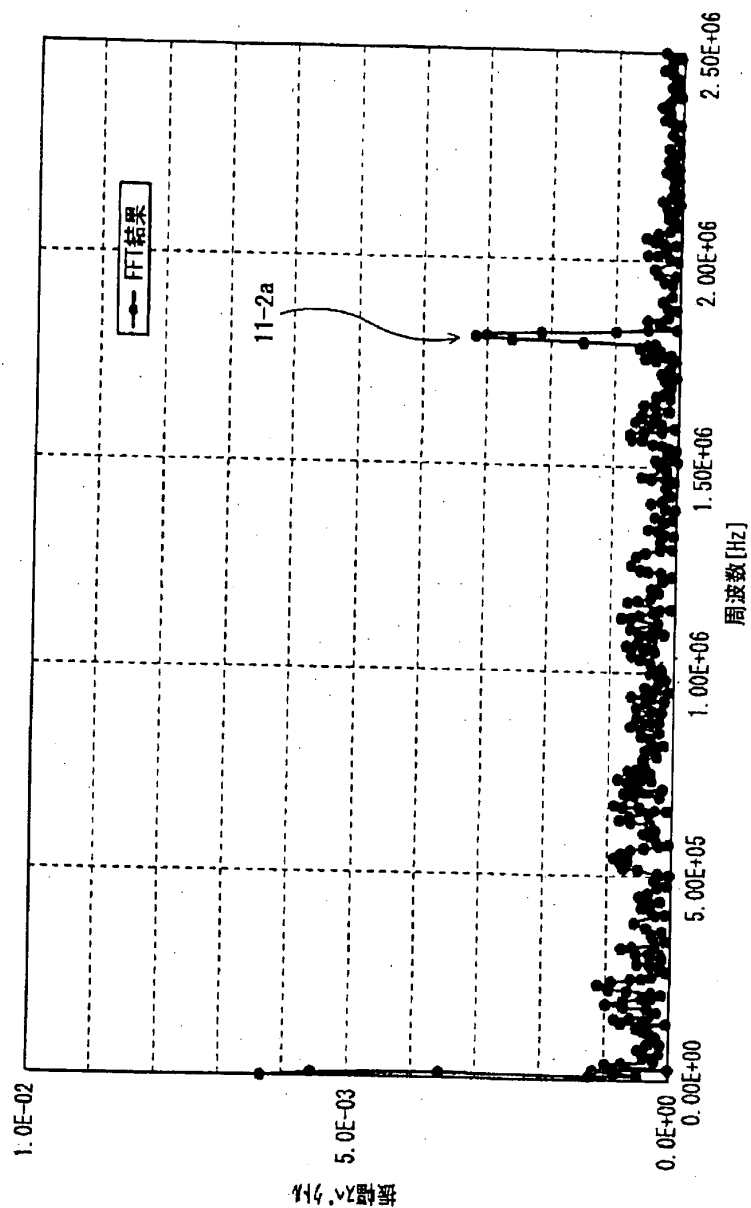




【図22】

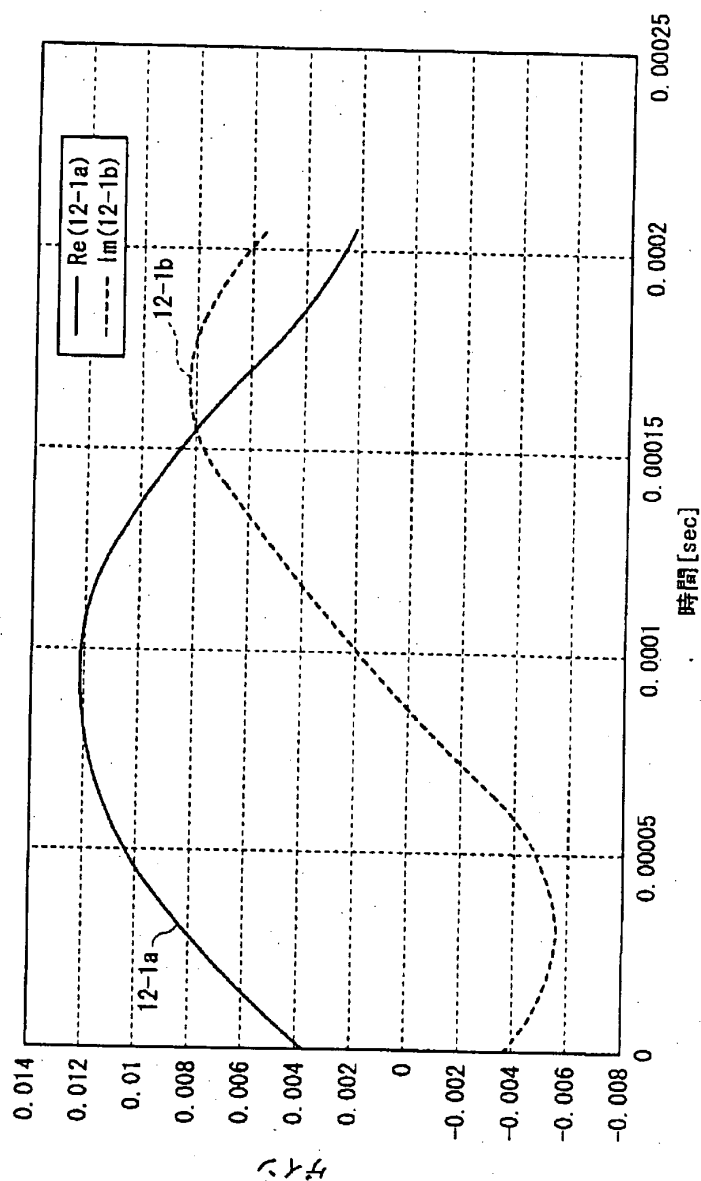


【図 2 3】

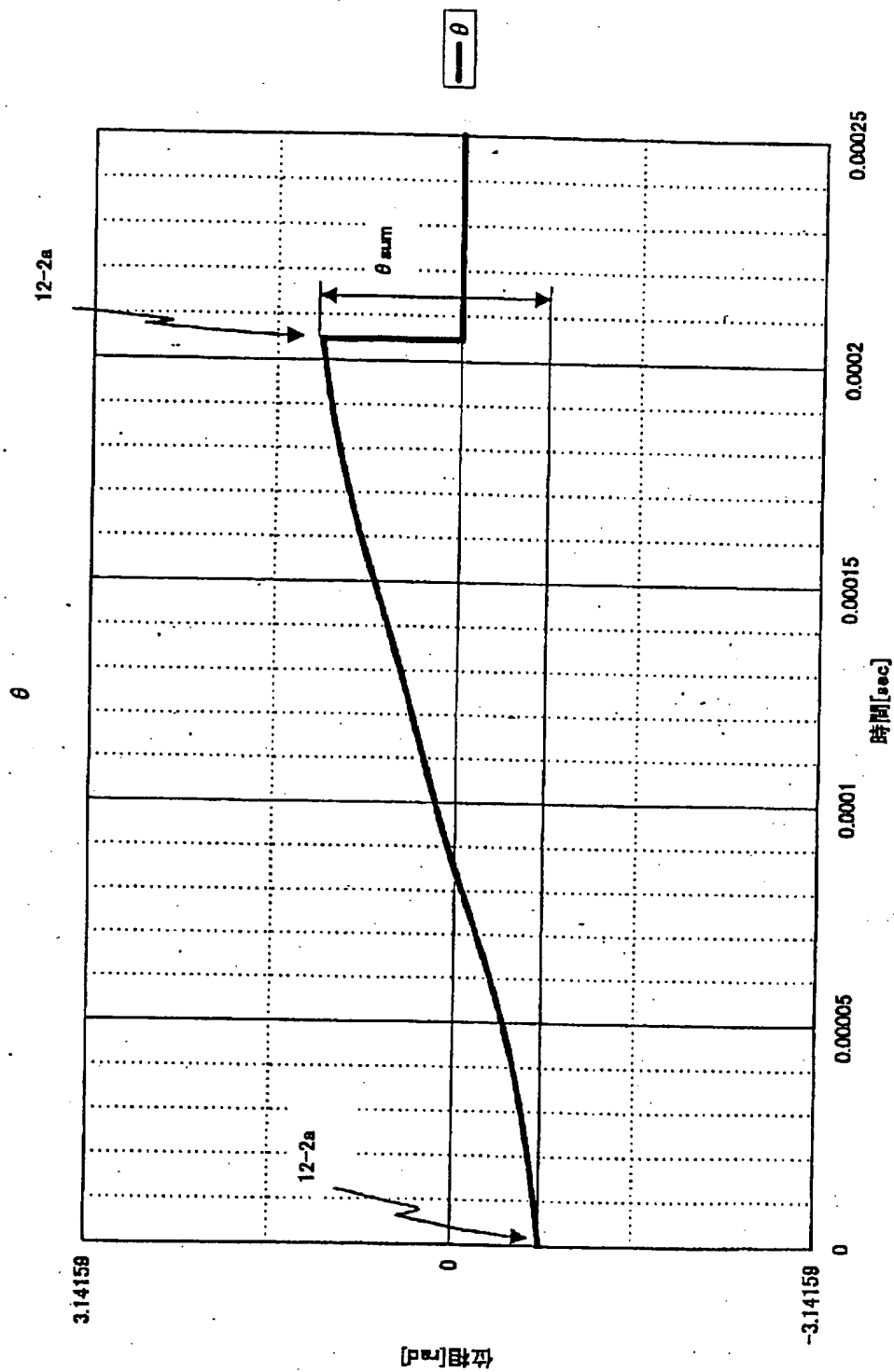




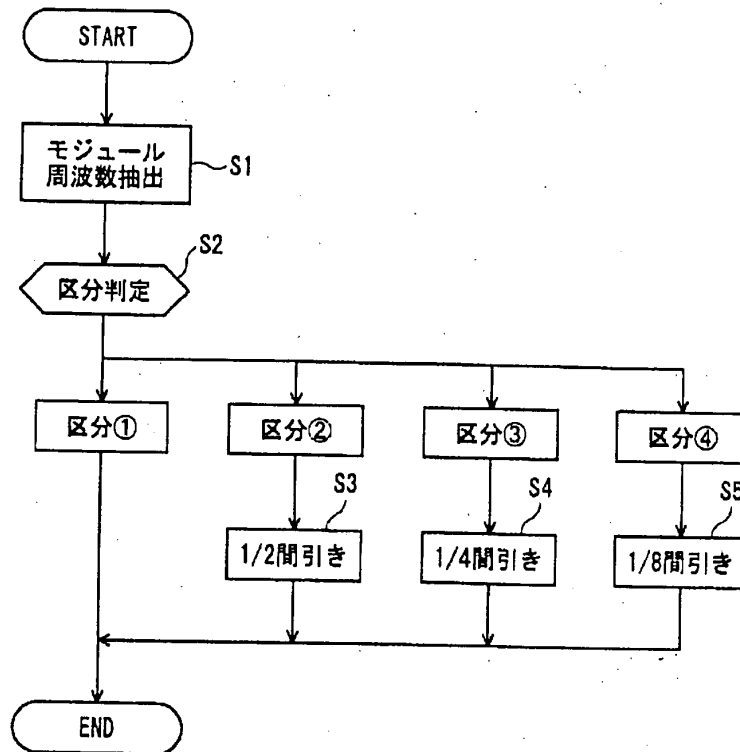
【図 25】



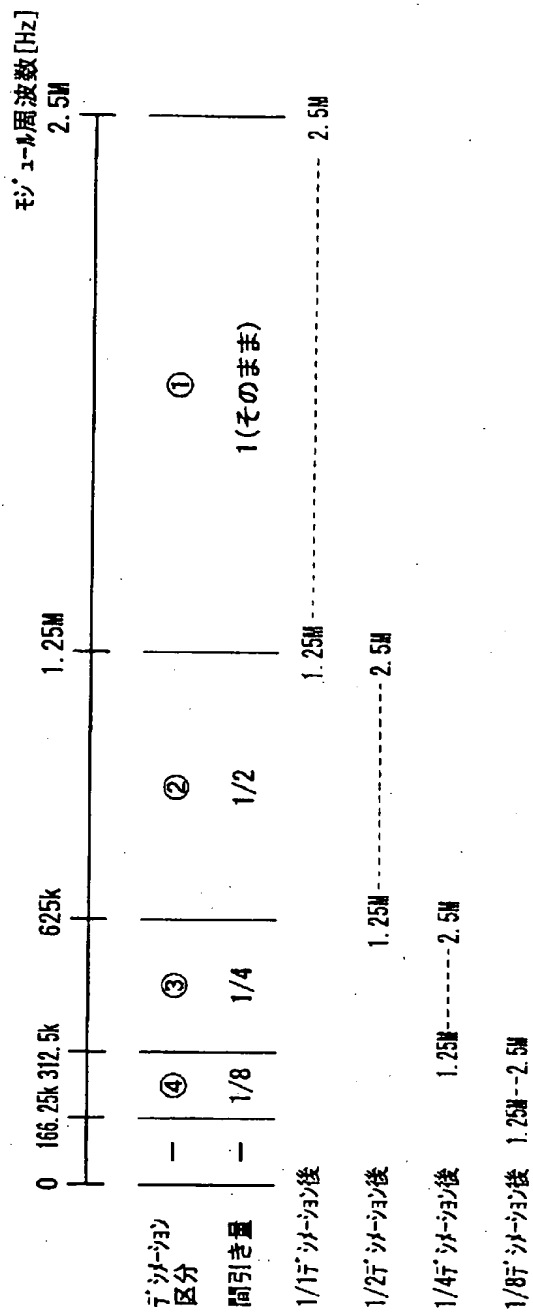
【図 26】



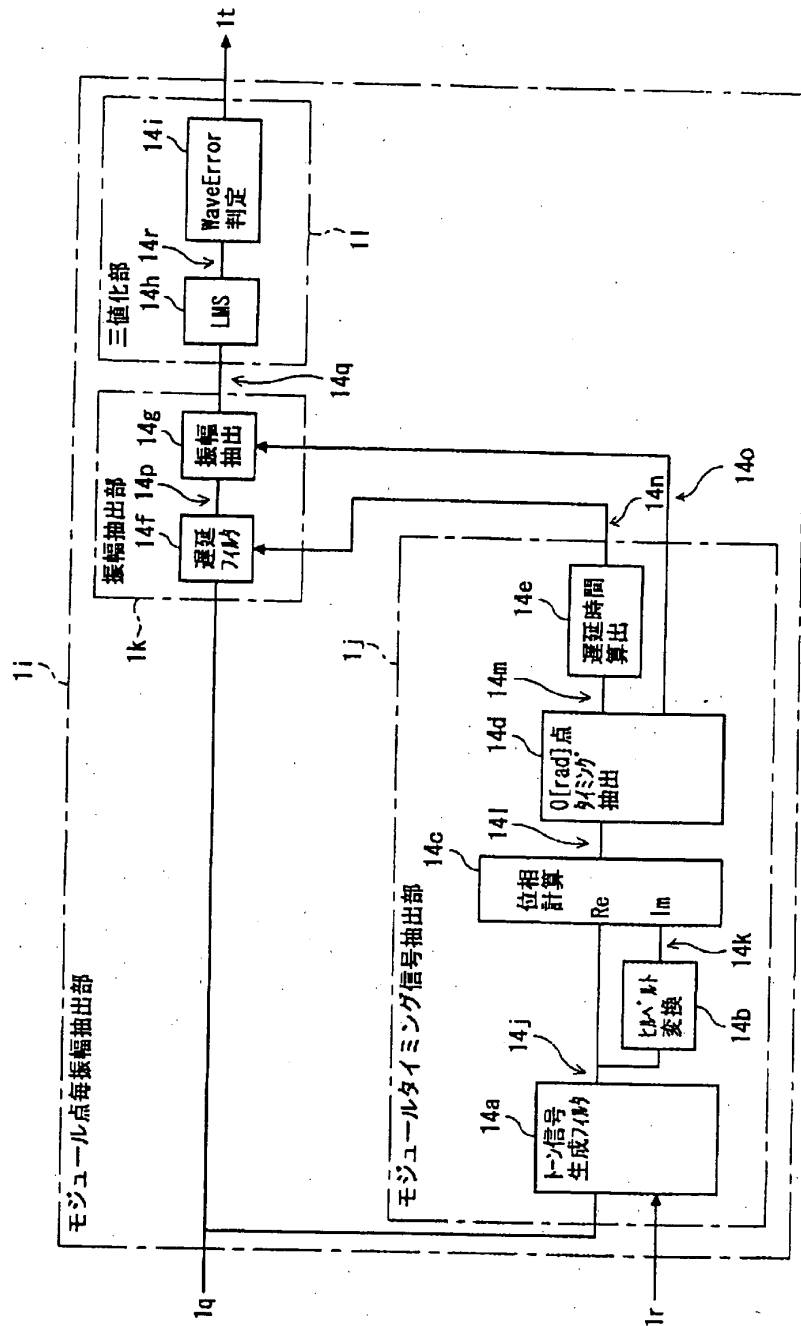
【図27】



【図 28】

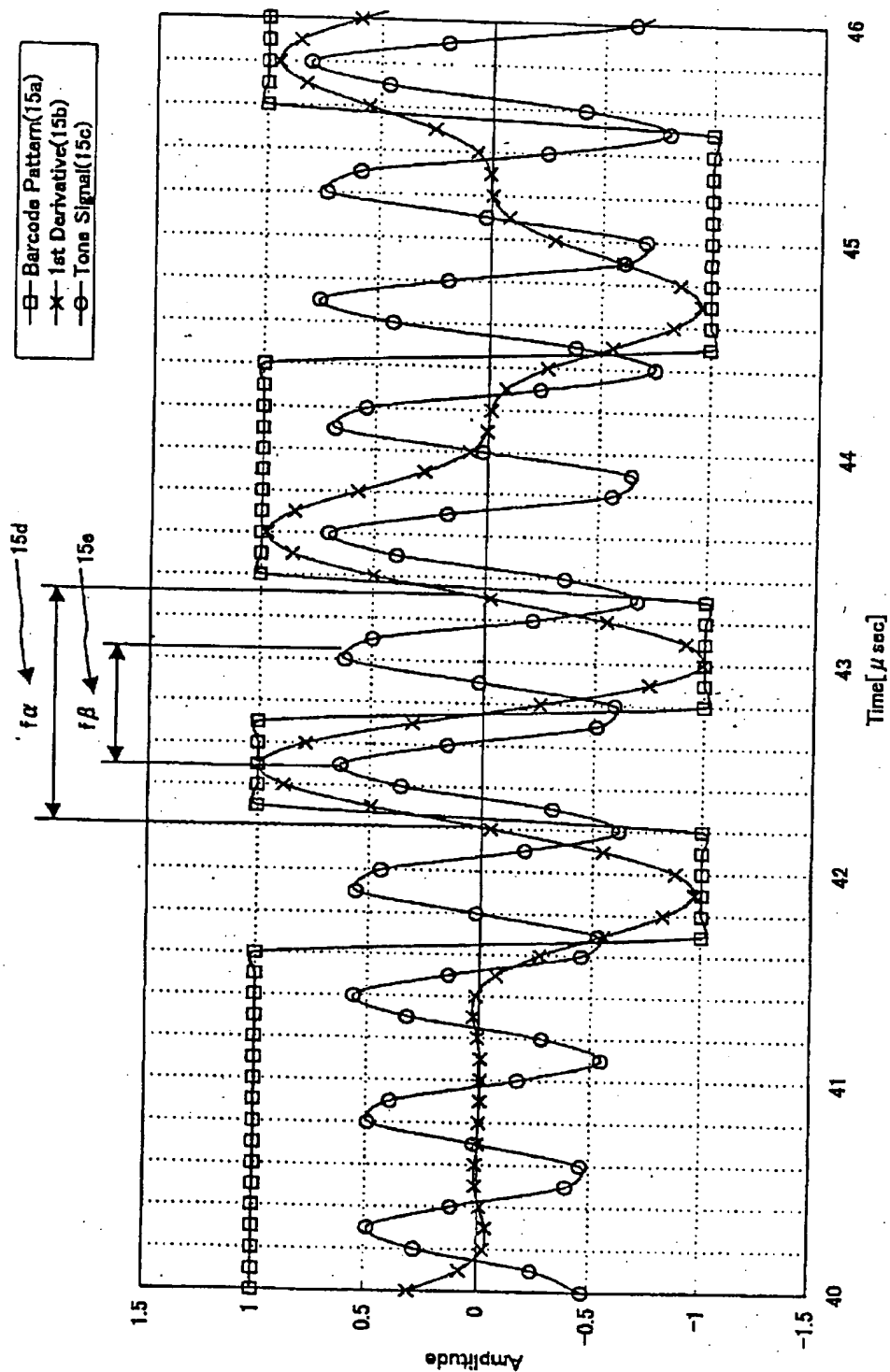


【図29】

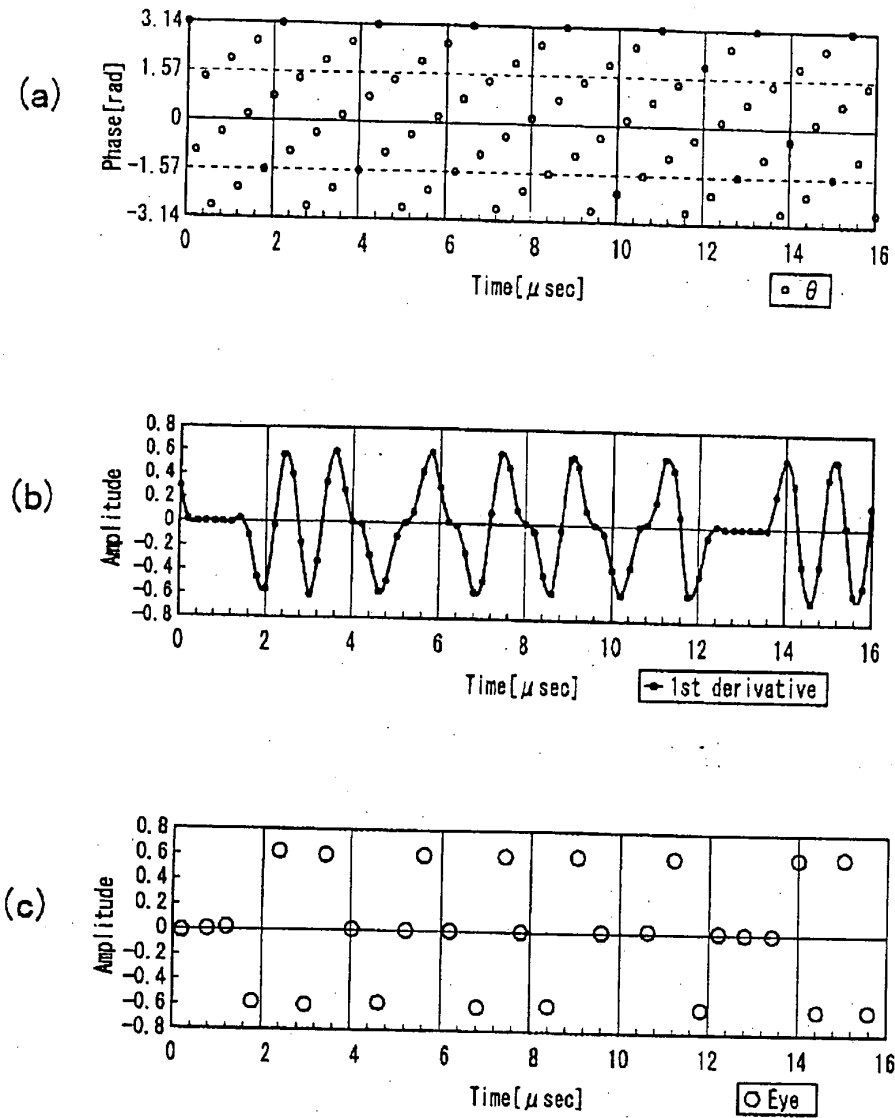




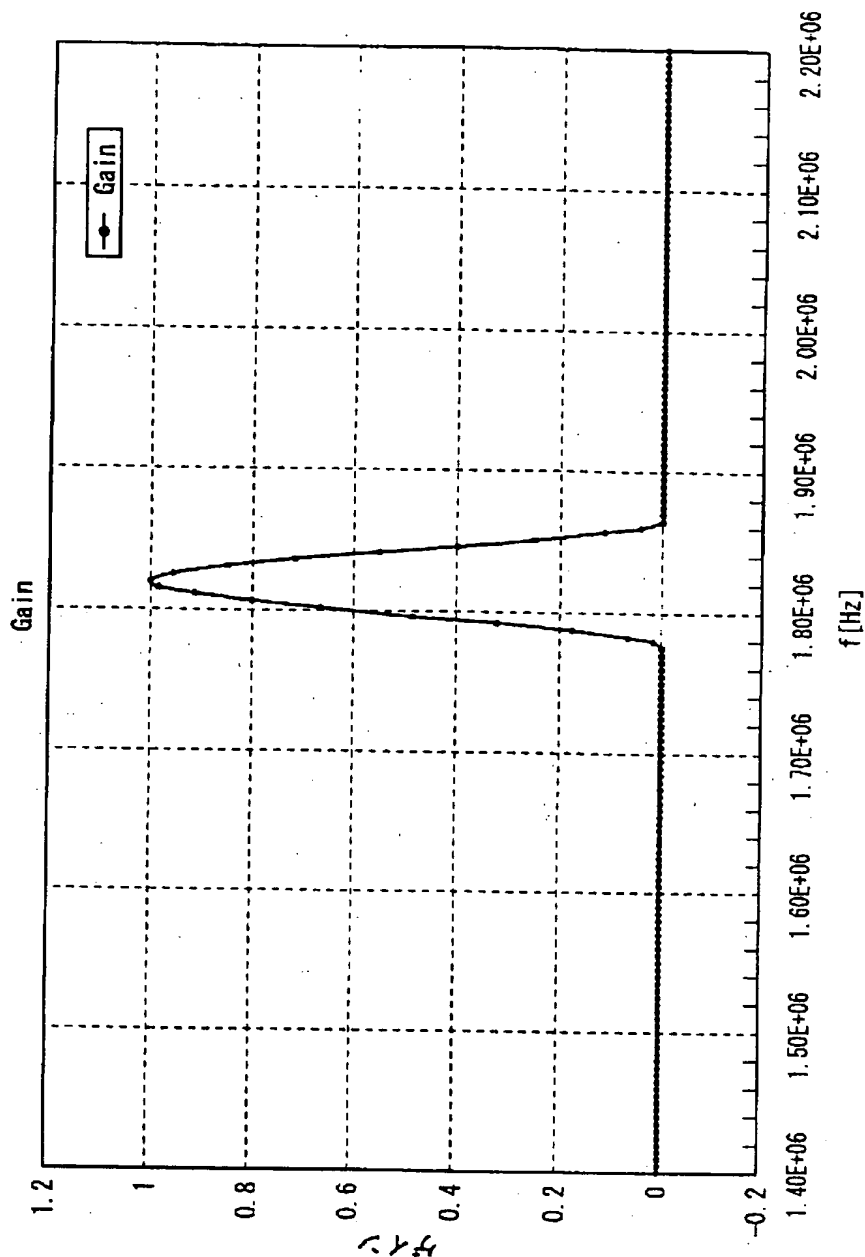
【図30】



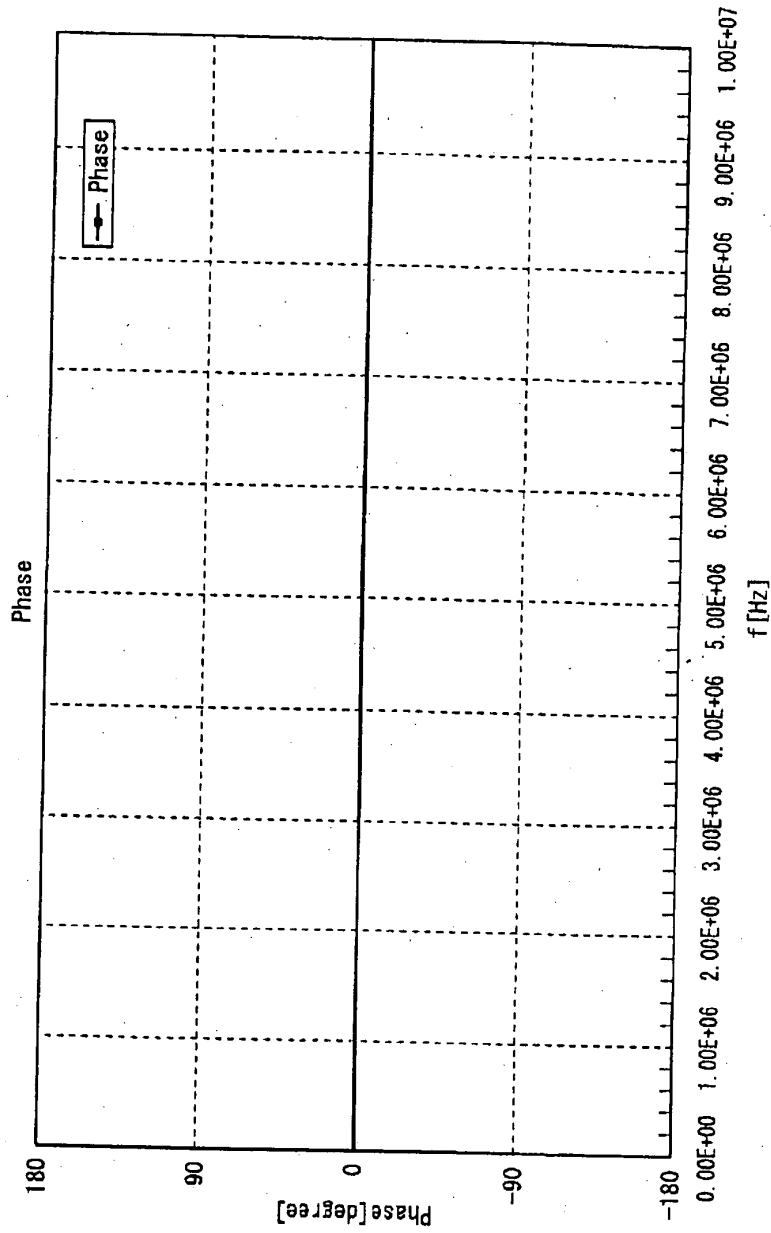
【図 3 1】



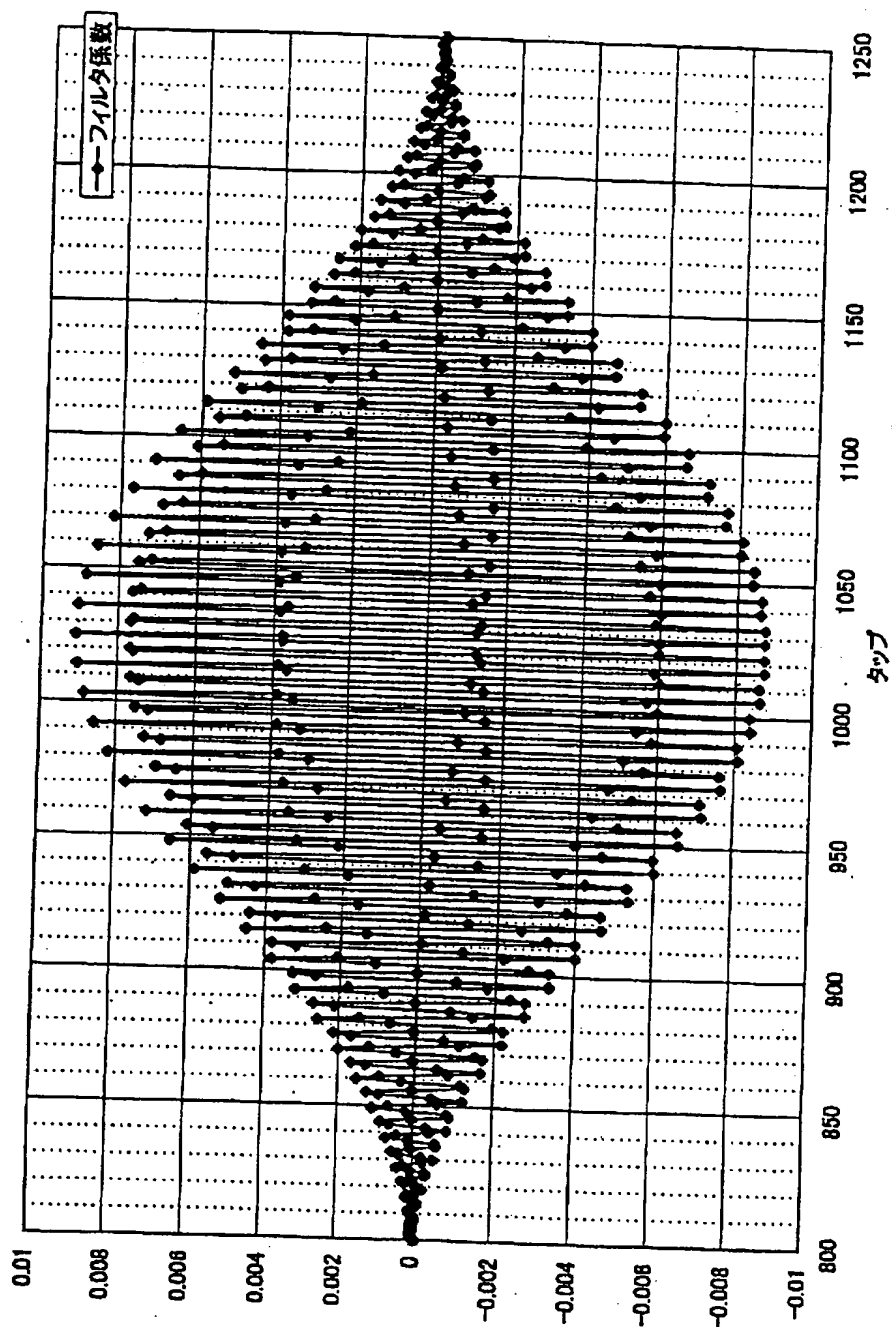
【図 3 2】



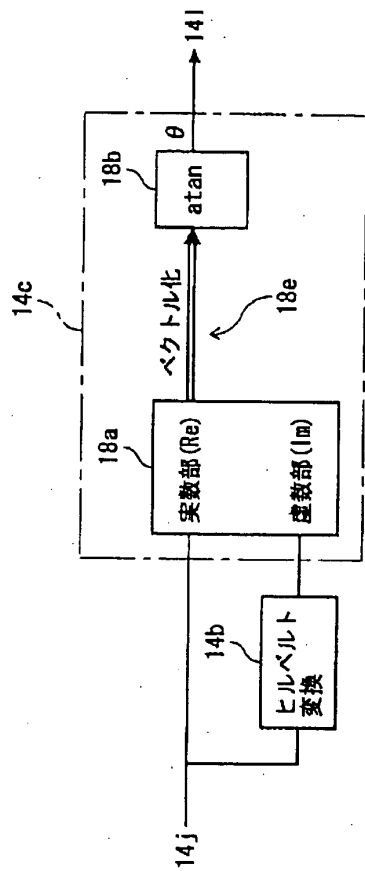
【図 3 3】



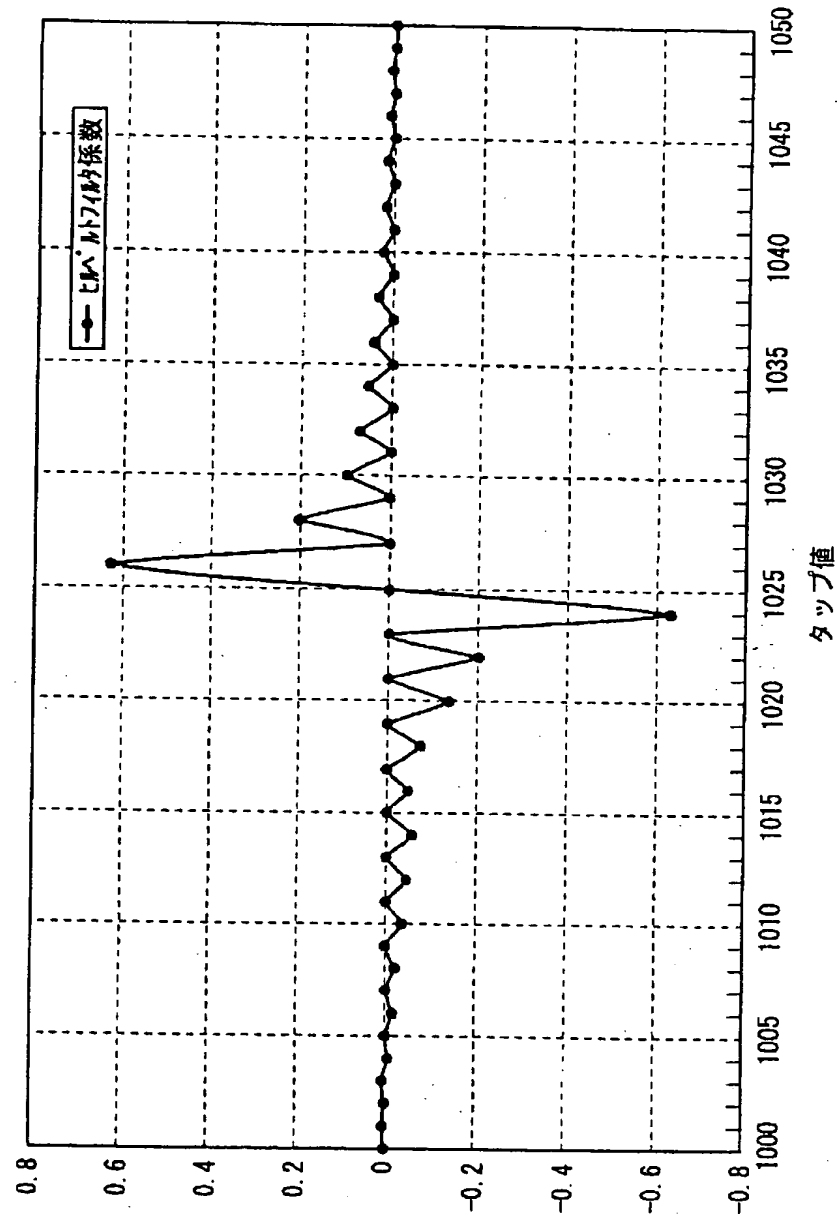
【図 3 4】



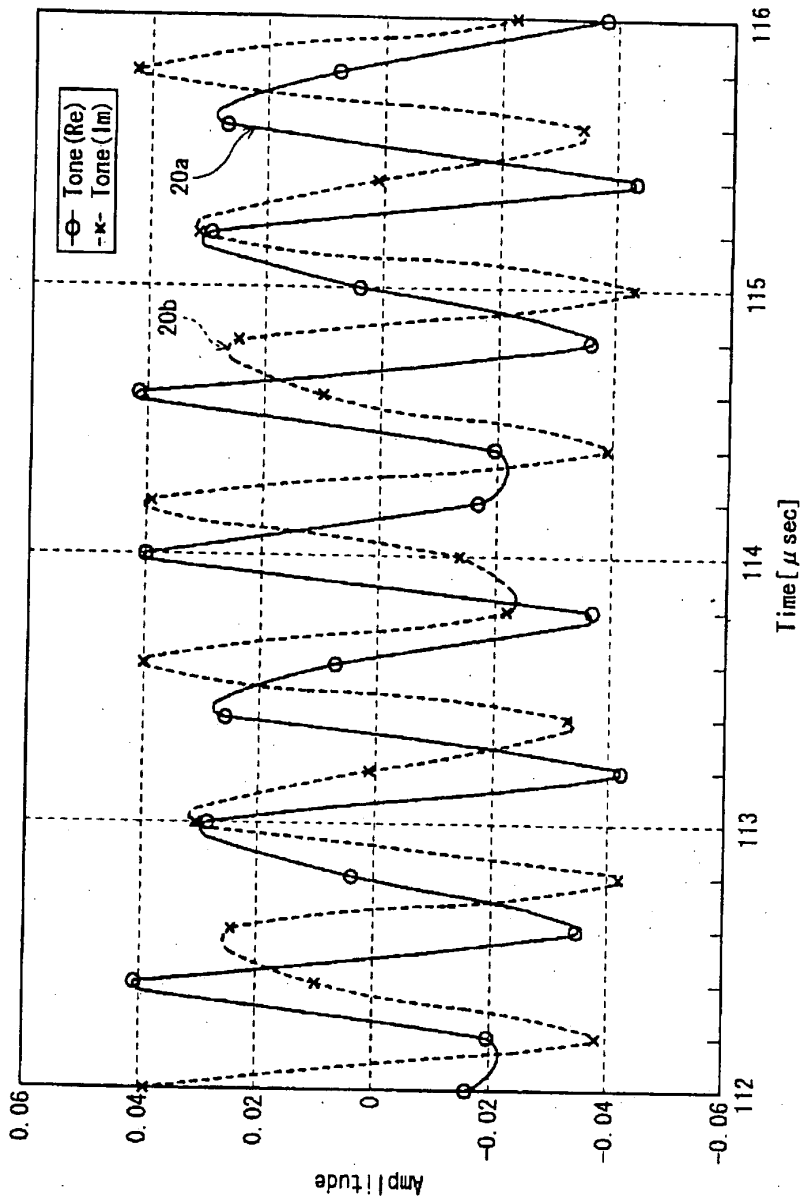
【図35】



【図 3 6】

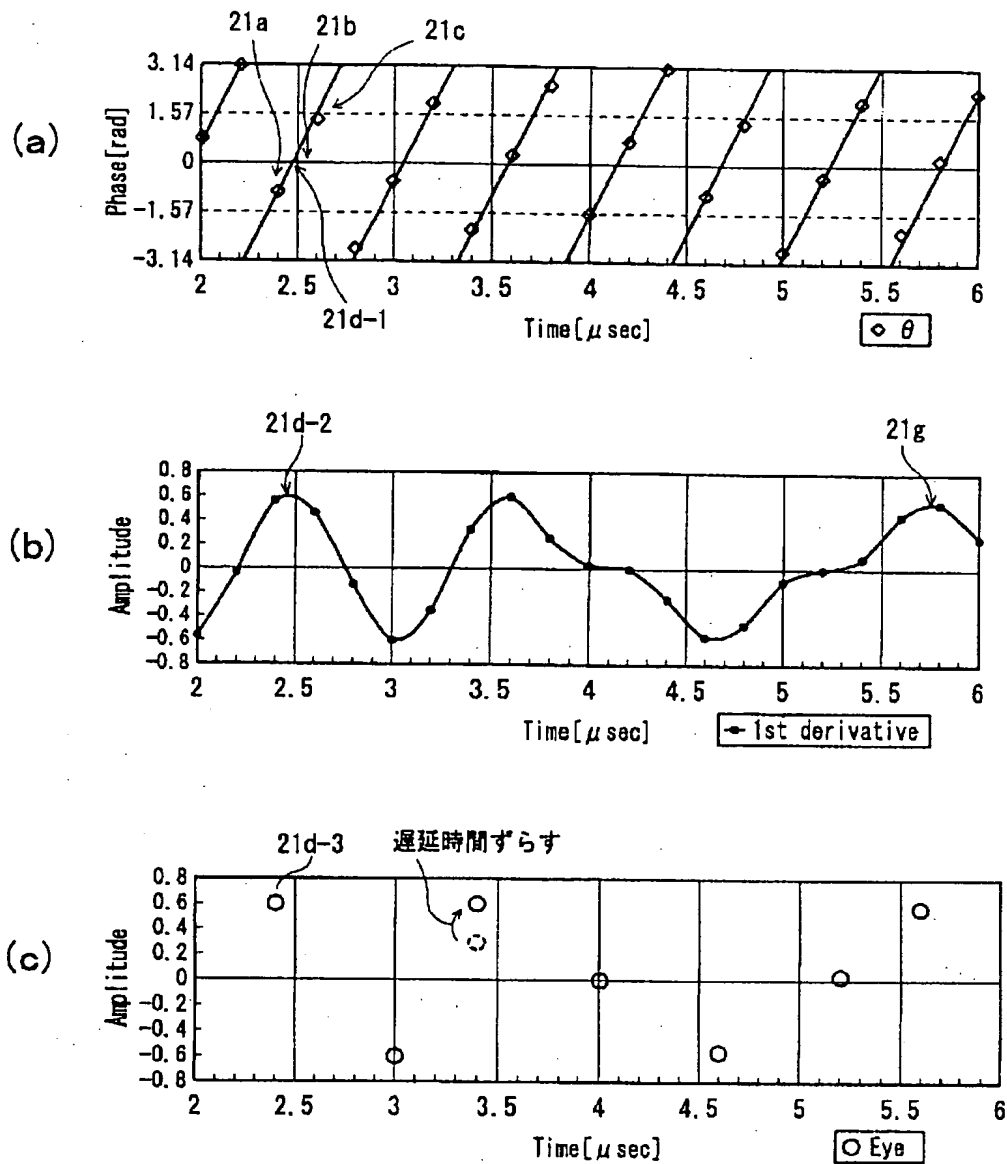


【図 37】

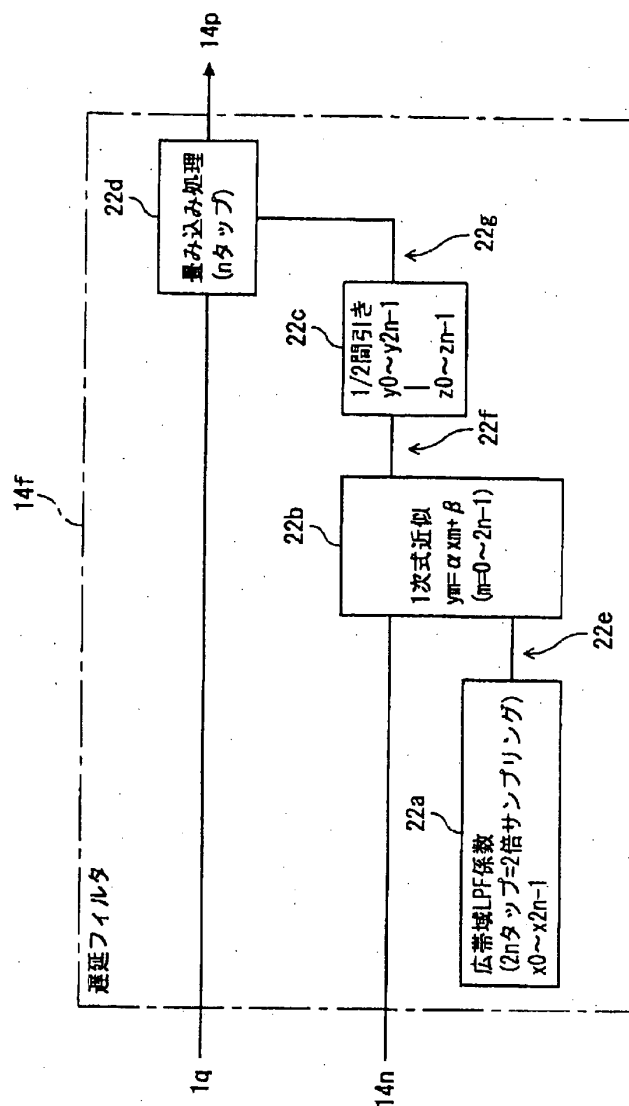




【図 3 8】

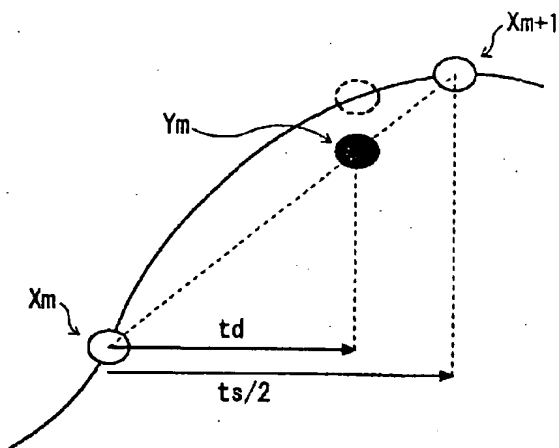


【図39】



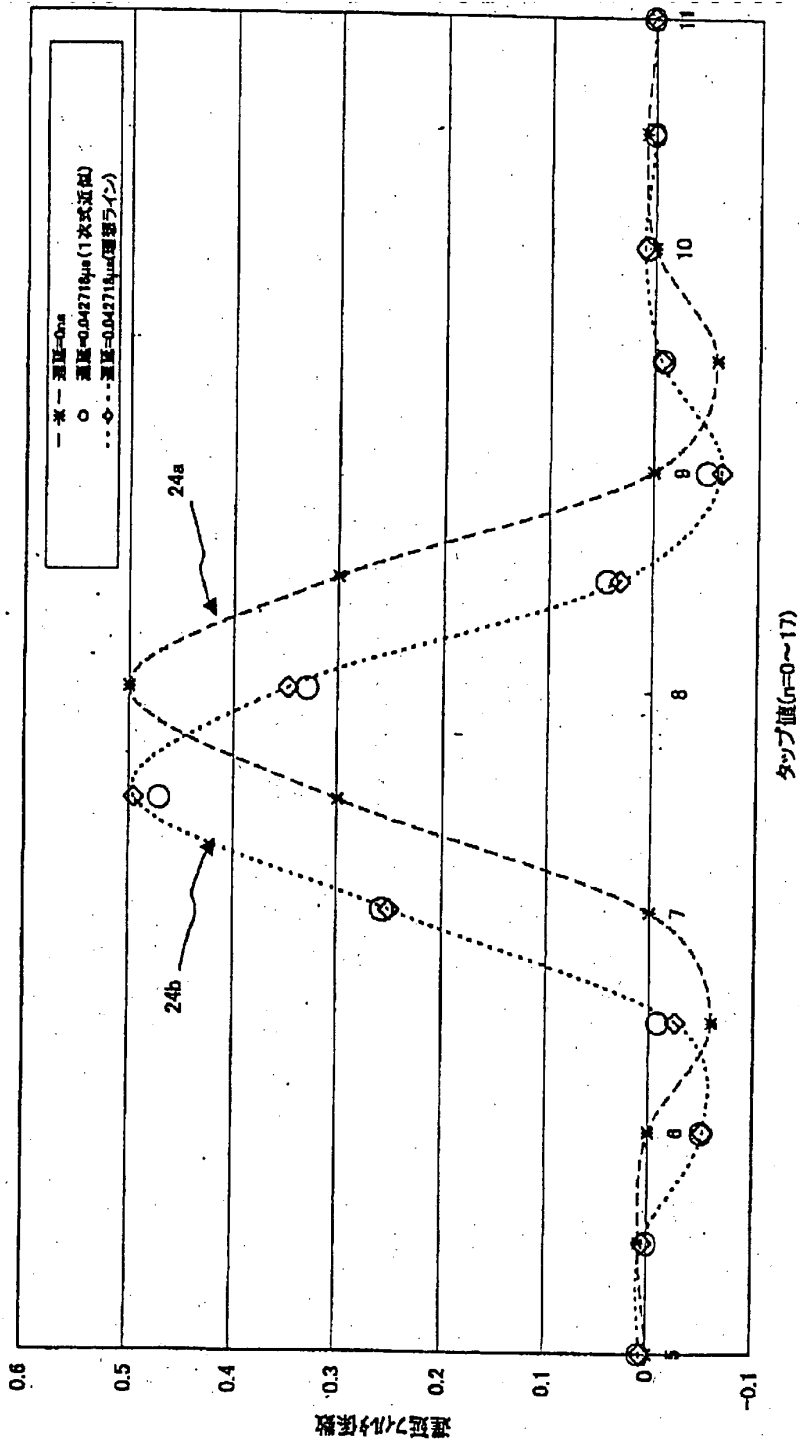
(102)

【図 40】

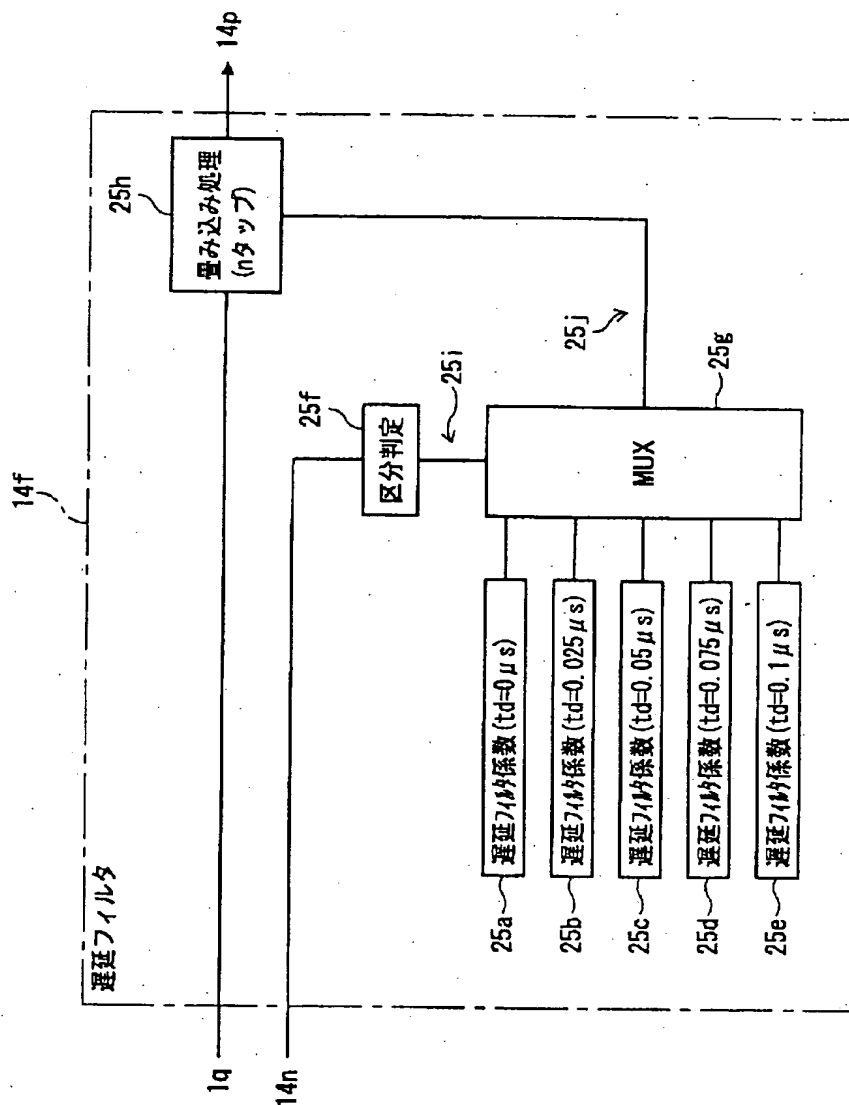


$$Y_m = \frac{X_{m+1} - X_m}{ts/2} td + X_m$$

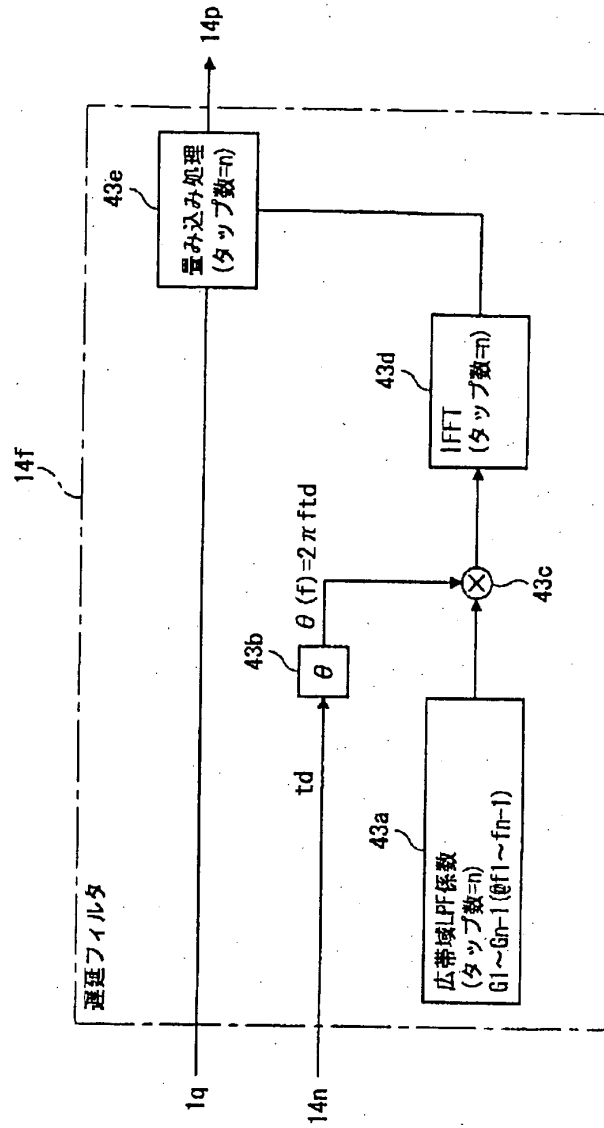
【図 4 1】



【図42】

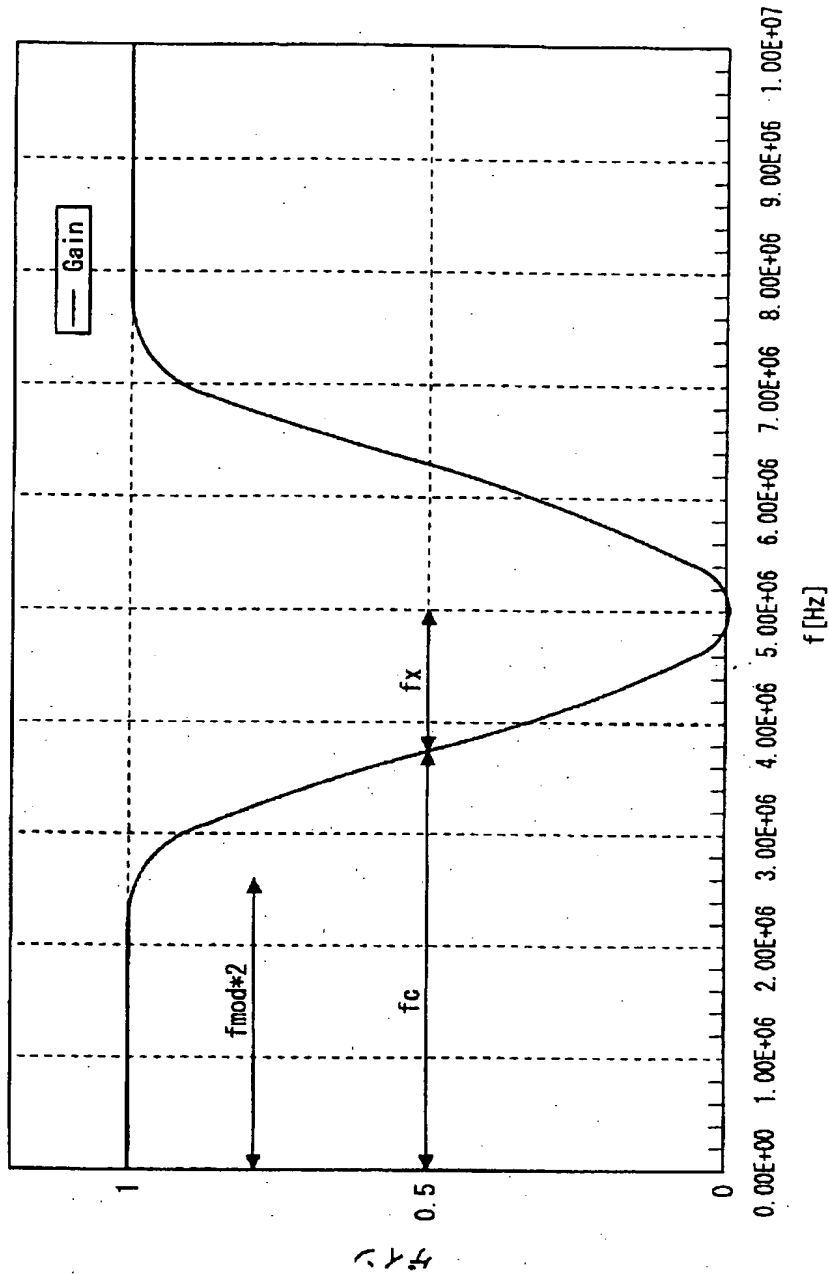


【図43】

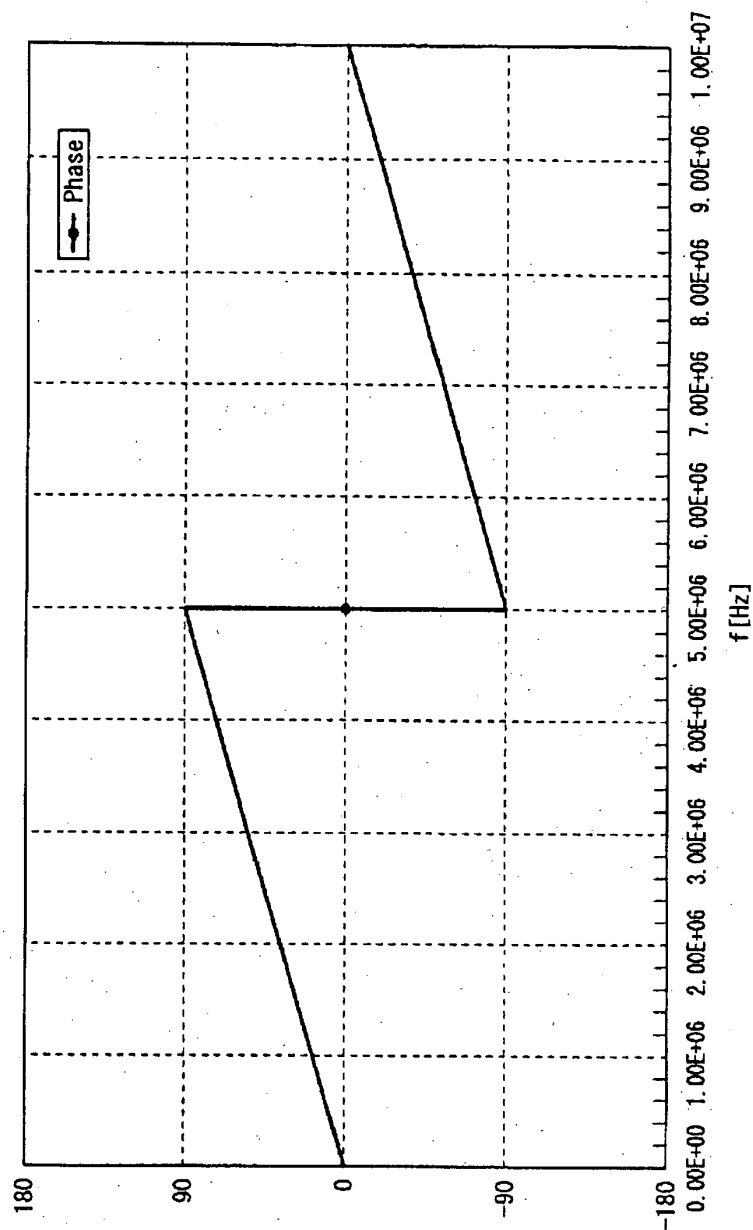


(106)

【図 4 4】

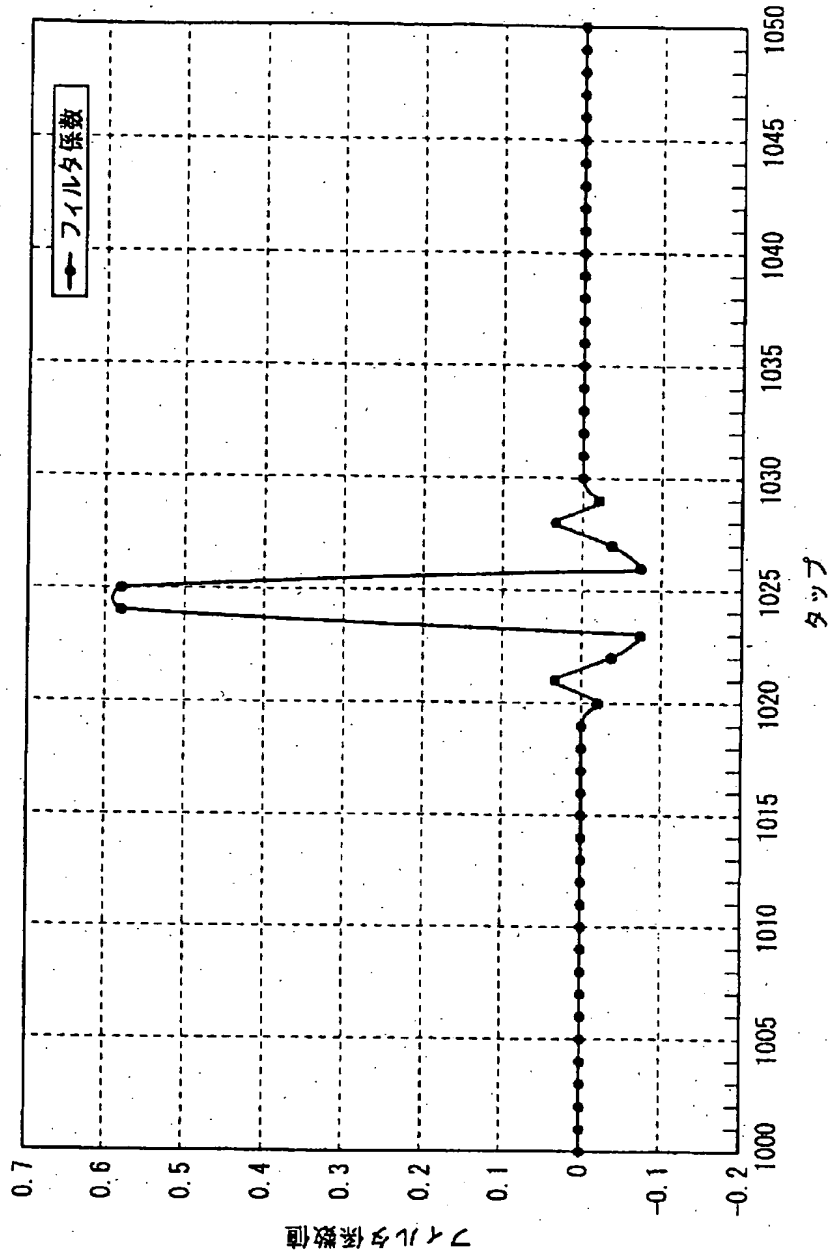


【図 4 5】

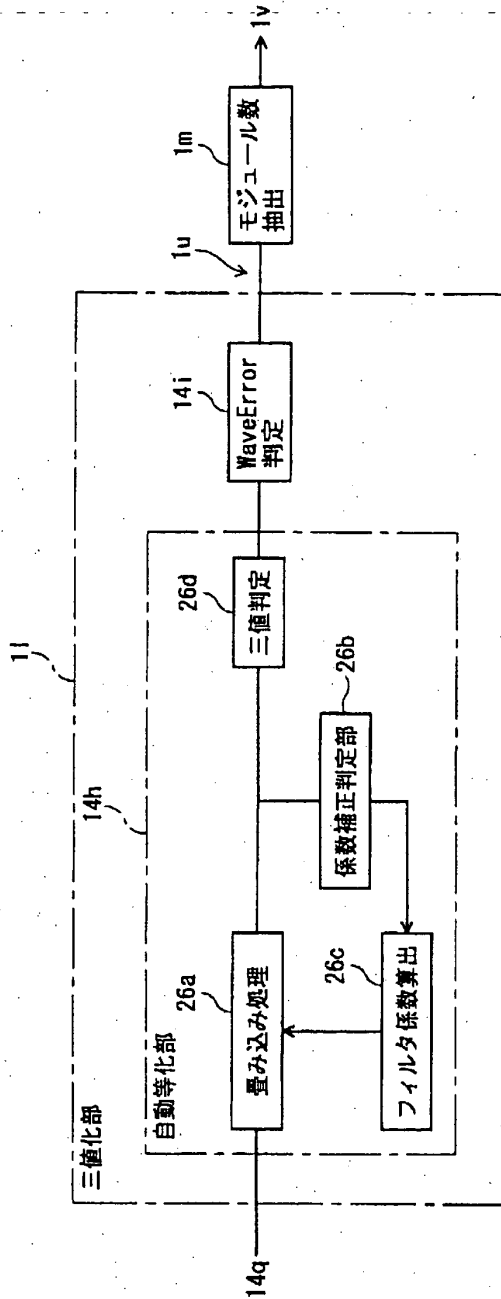




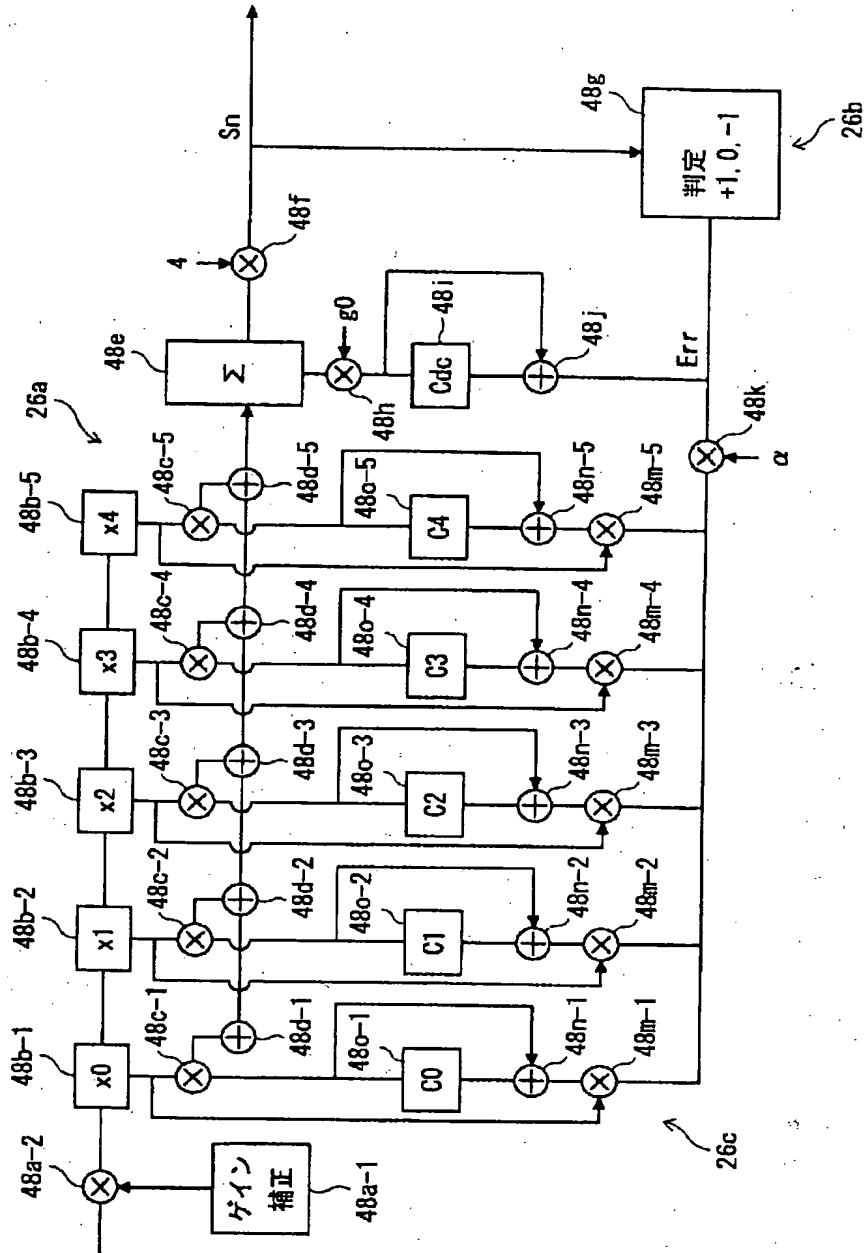
【図 4 6】



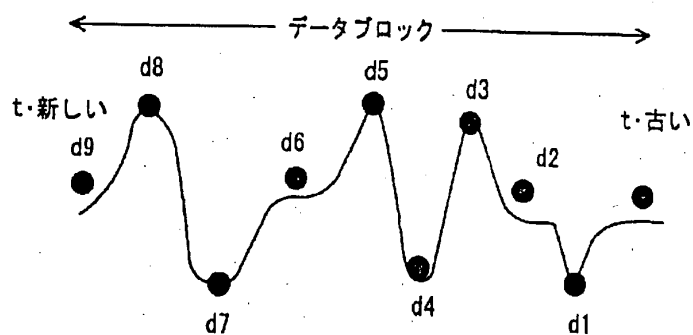
【図 47】



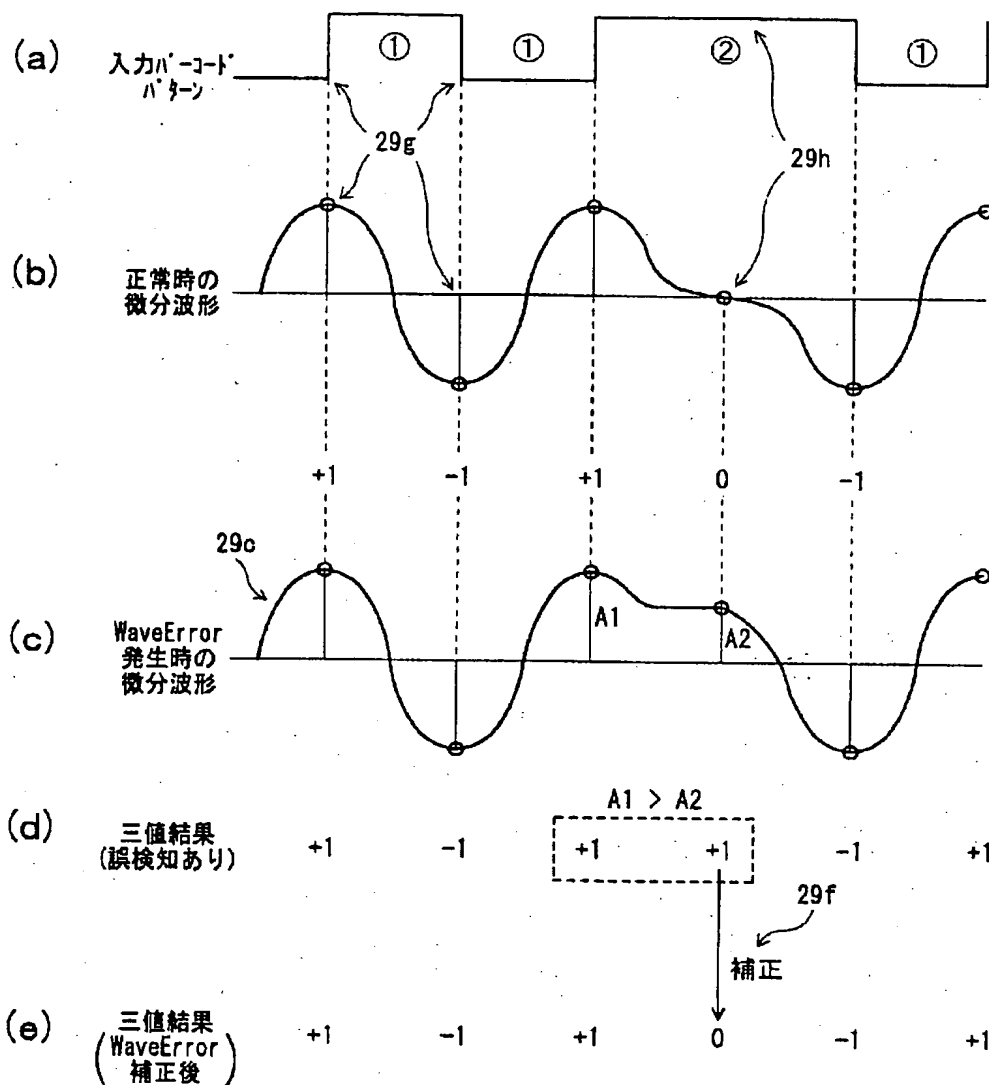
【図48】



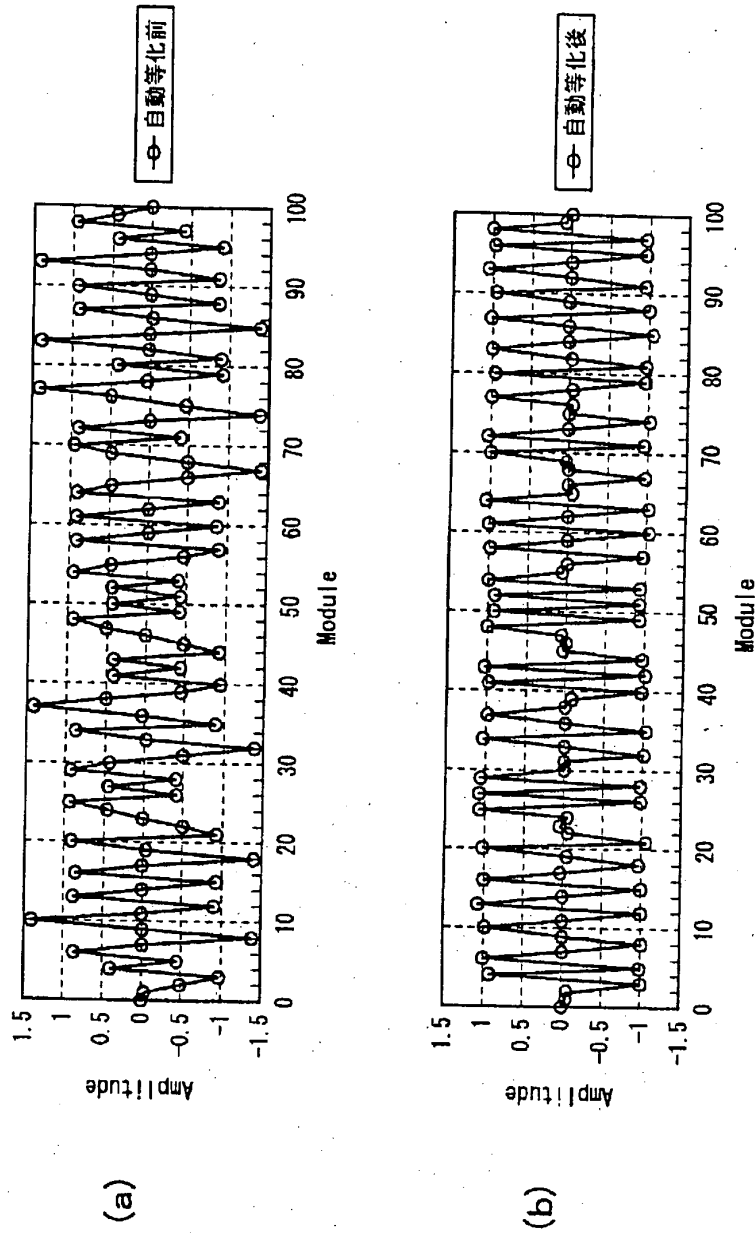
(111)



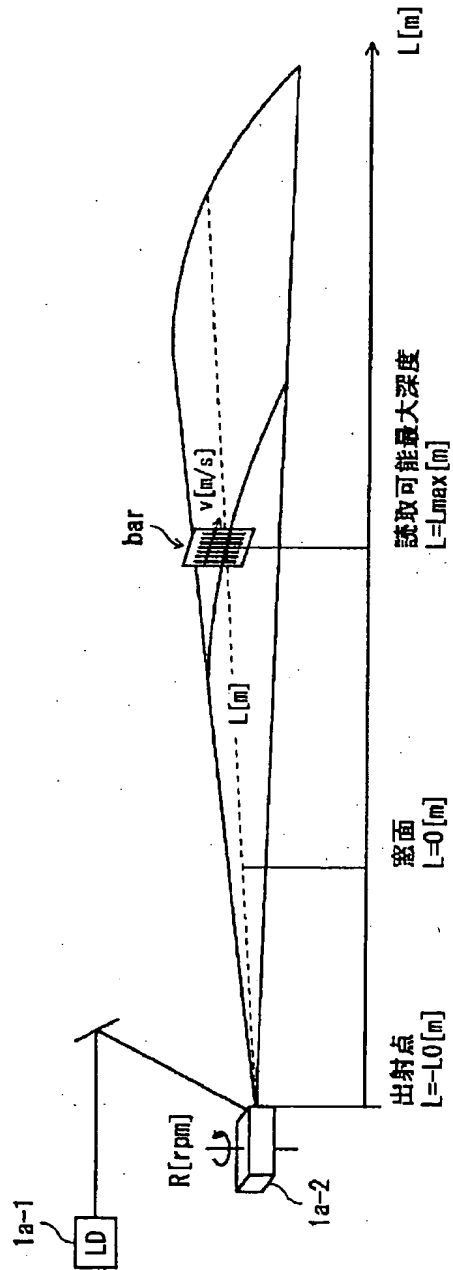
【図 50】



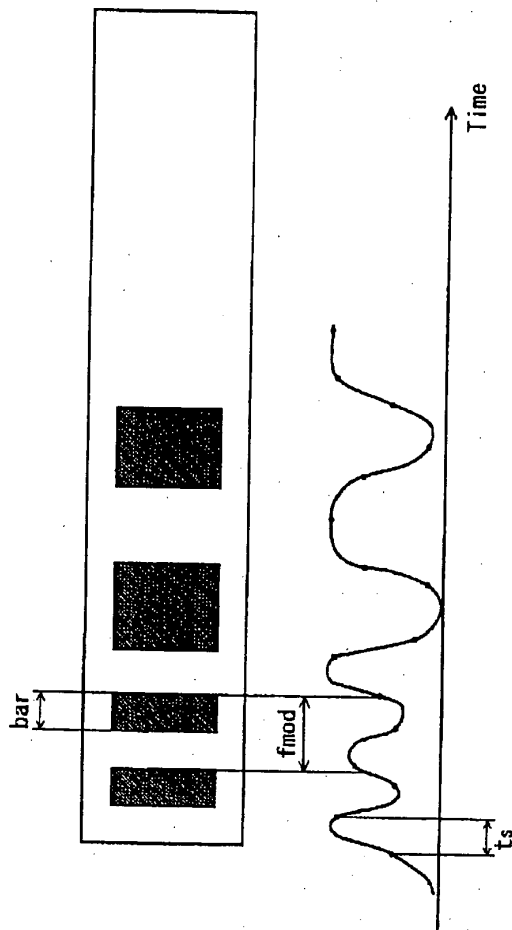
【図 5 1】



【図 5 2】



【図 5 3】





【図 5 4】

(a)

fmod[kHz]

fs/fmod		v[m/s]							
mag	bar( $\mu$ s)	200	300	400	500	600	700	800	900
0.6	198	505	758	1010	1263	1515	1768	2020	2273
0.5	165	606	909	1212	1515	1818	2121	2424	2727
0.4	132	758	1136	1515	1894	2273	2652	3030	3409
0.3	99	1010	1515	2020	2525	3030	3535	4040	4545

(b)

fs=5MHz

fs/fmod		v[m/s]							
mag	bar( $\mu$ s)	200	300	400	500	600	700	800	900
0.6	198	9	6	4	3	3	2	2	2
0.5	165	8	5	4	3	2	2	2	1
0.4	132	6	4	3	2	2	1	1	1
0.3	99	4	3	2	1	1	1	1	1

(c)

fs=10MHz

fs/fmod		v[m/s]							
mag	bar( $\mu$ s)	200	300	400	500	600	700	800	900
0.6	198	19	13	9	7	6	5	4	4
0.5	165	16	11	8	6	5	4	4	3
0.4	132	13	8	6	5	4	3	3	2
0.3	99	9	6	4	3	3	2	2	2

(d)

fs=20MHz

fs/fmod		v[m/s]							
mag	bar( $\mu$ s)	200	300	400	500	600	700	800	900
0.6	198	39	26	19	15	13	11	9	8
0.5	165	33	22	16	13	11	9	8	7
0.4	132	26	17	13	10	8	7	6	5
0.3	99	19	13	9	7	6	5	4	4

(e)

fs=40MHz

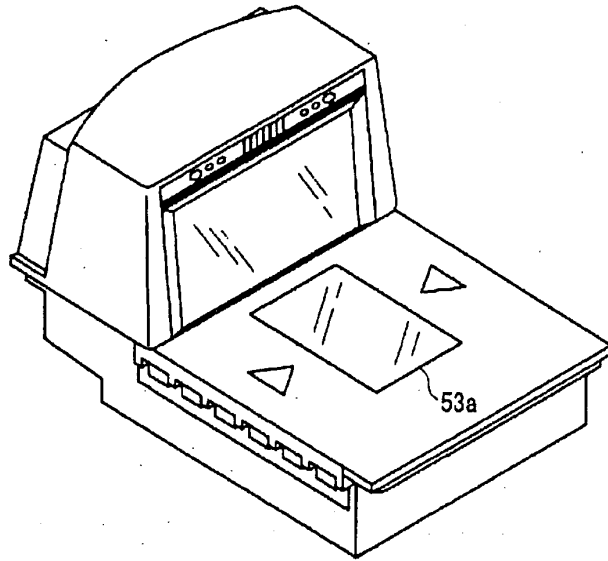
fs/fmod		v[m/s]							
mag	bar( $\mu$ s)	200	300	400	500	600	700	800	900
0.6	198	79	52	38	31	28	22	19	17
0.5	165	66	44	33	26	22	18	16	14
0.4	132	62	35	26	21	17	15	13	11
0.3	99	39	26	19	15	13	11	9	8

(117)

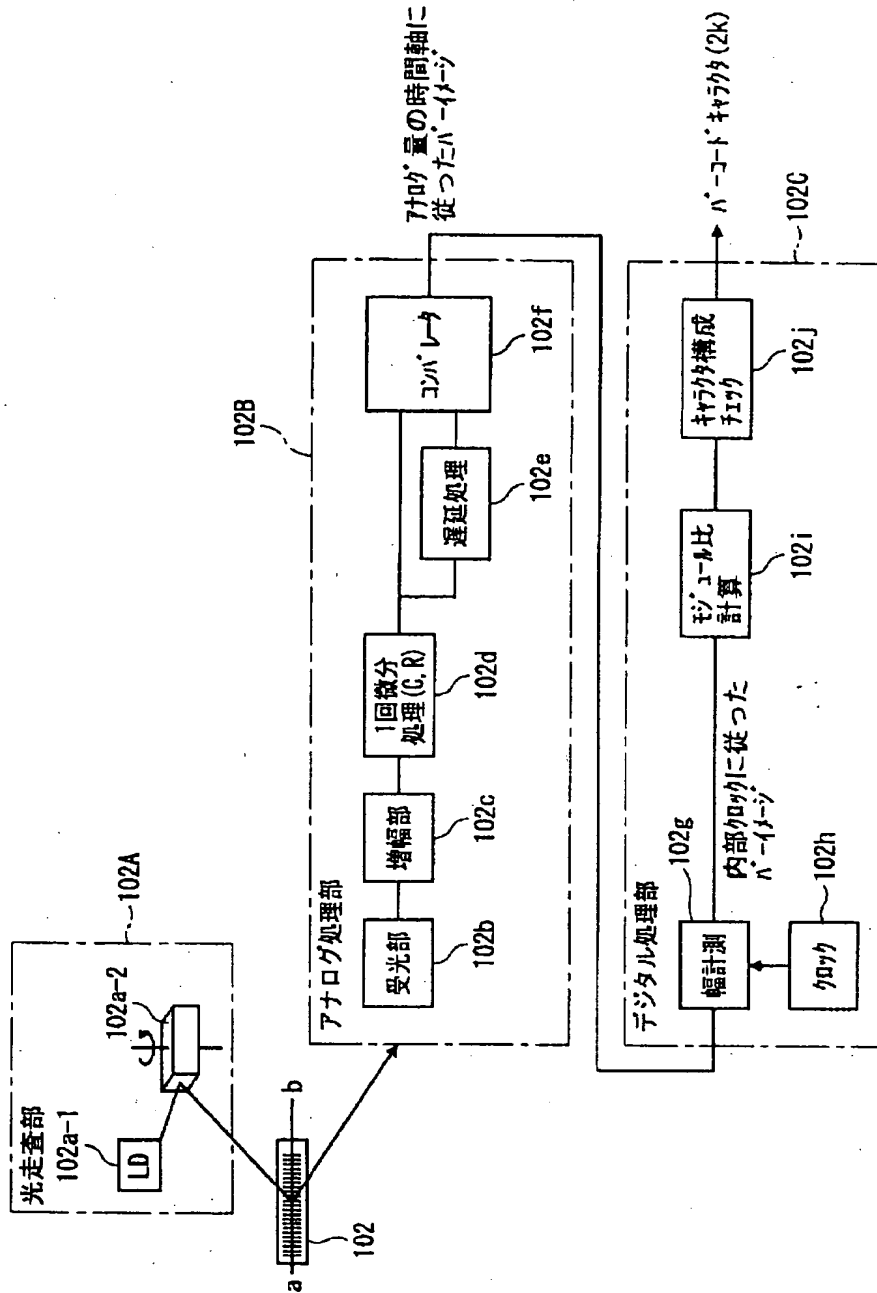




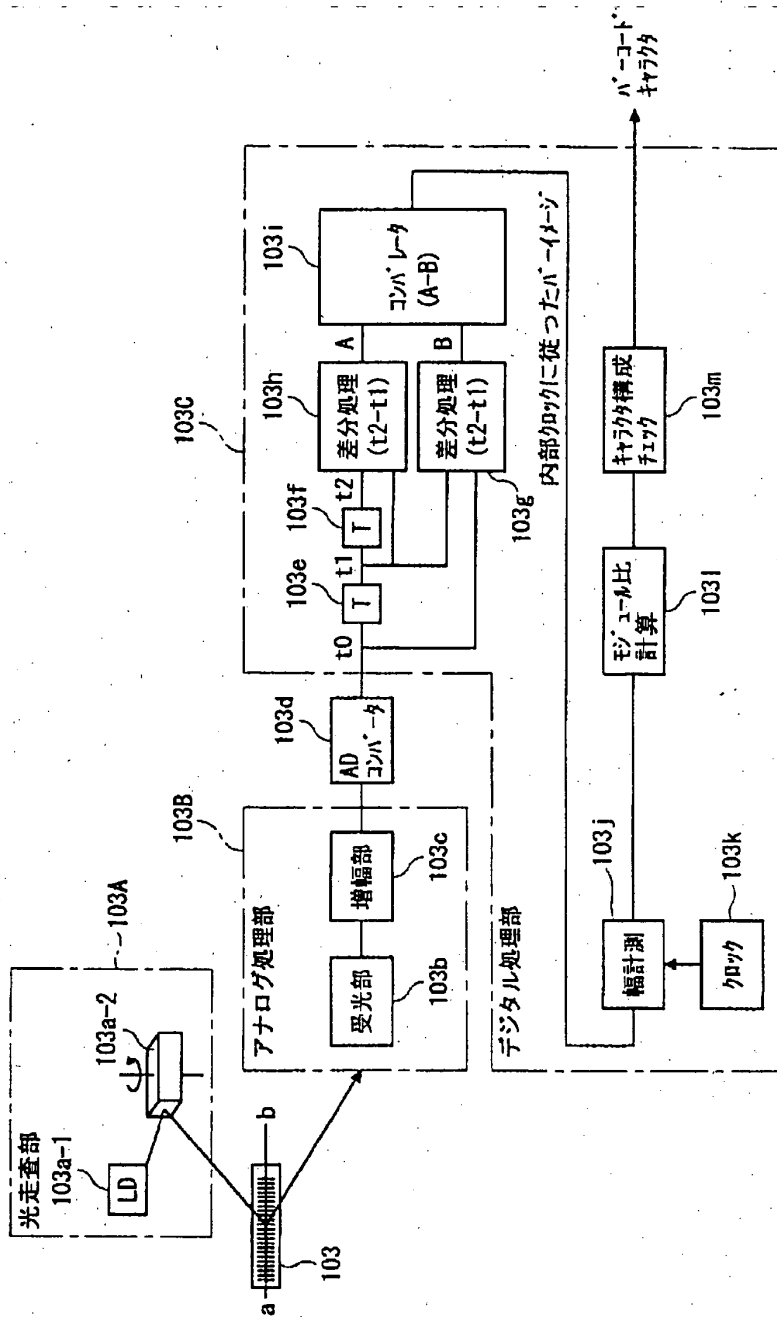
【図 57】



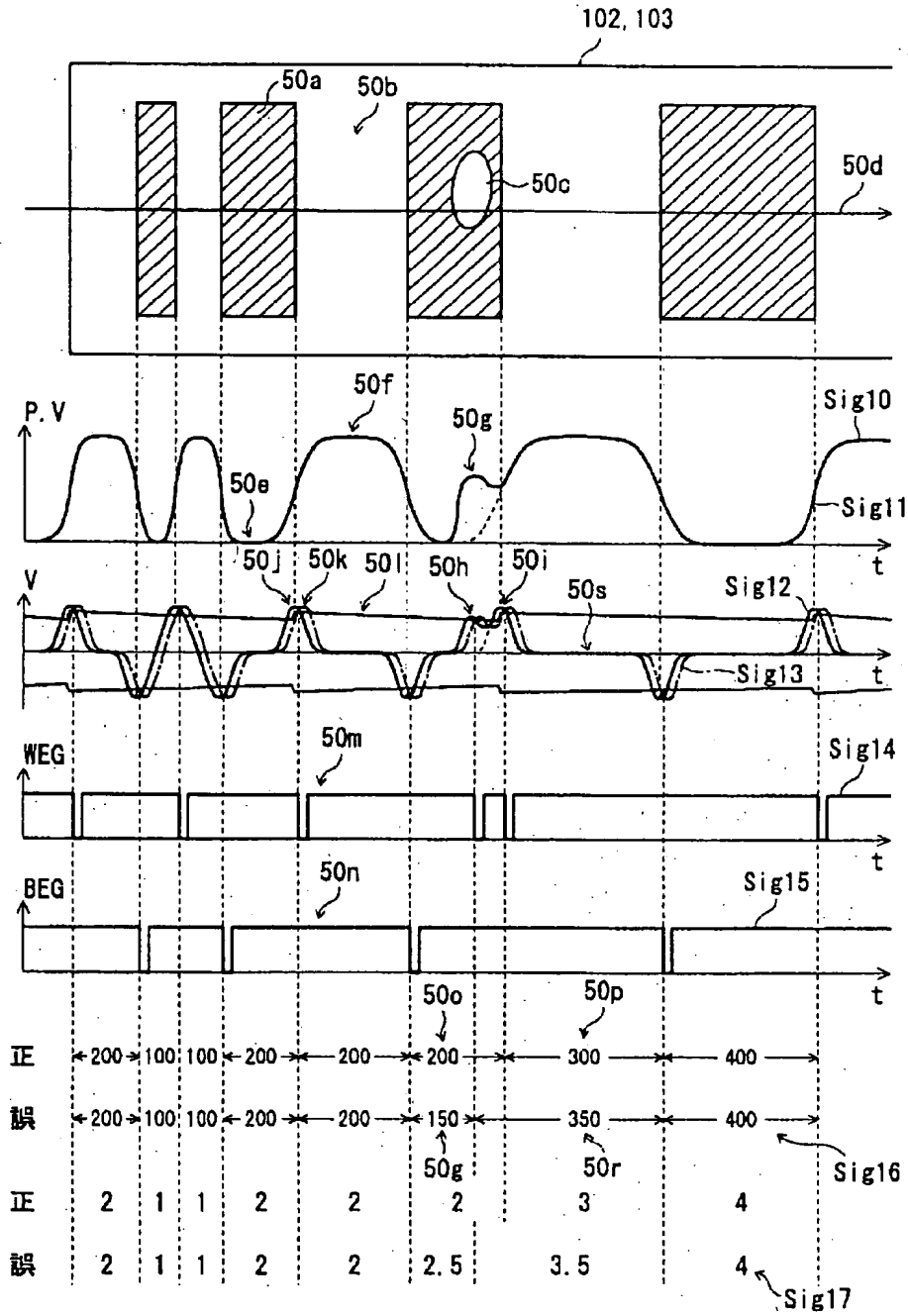
【図58】



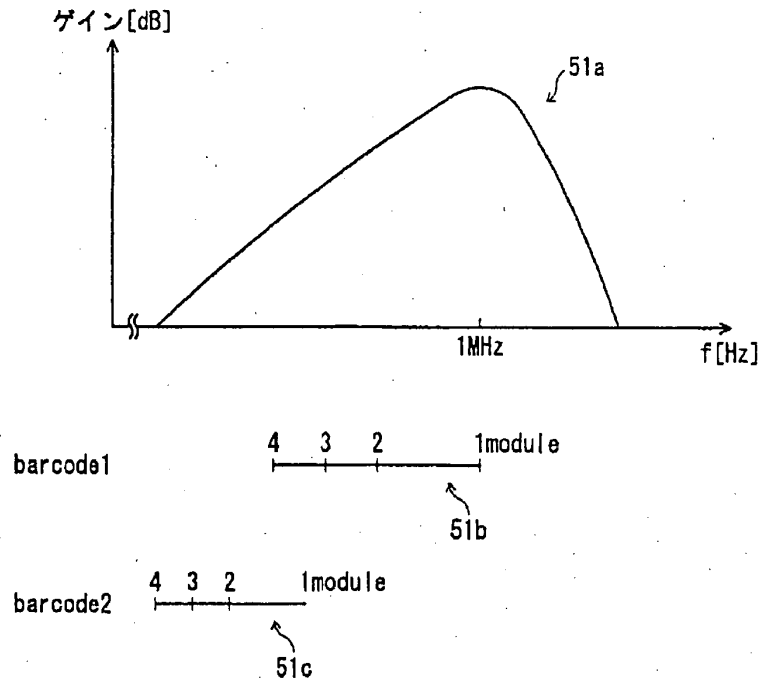
【図59】



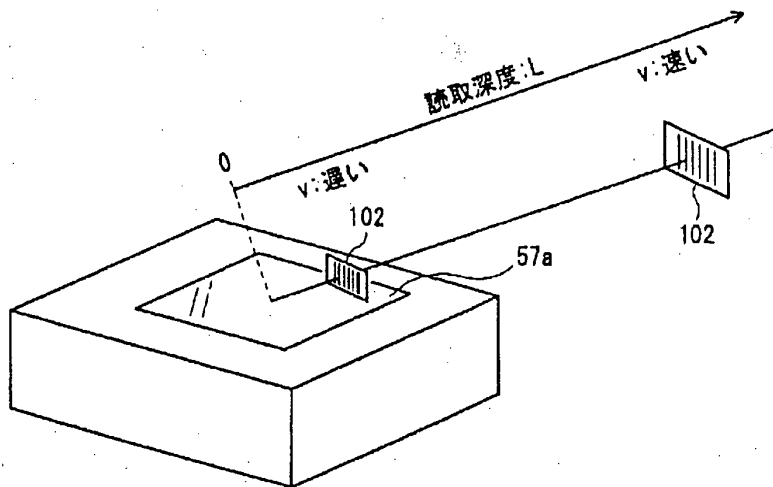
【図60】



【図 6 1】

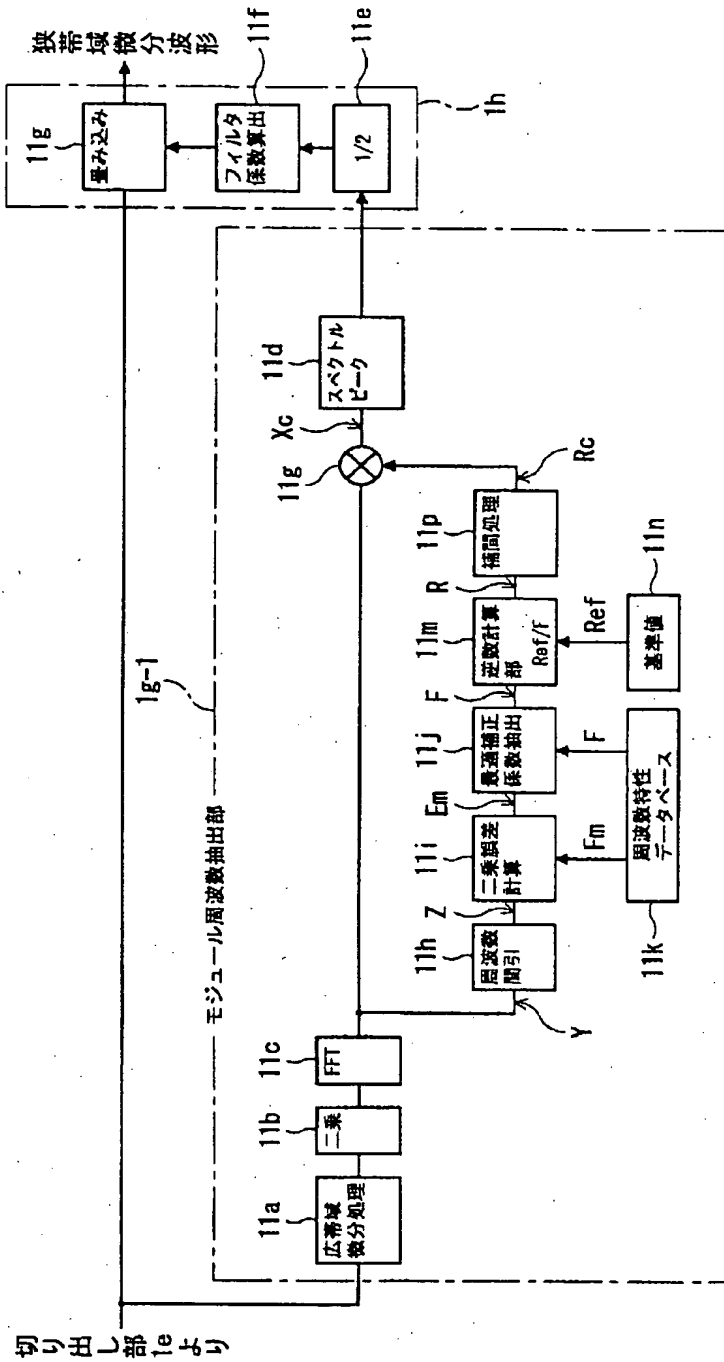


【図 6 2】

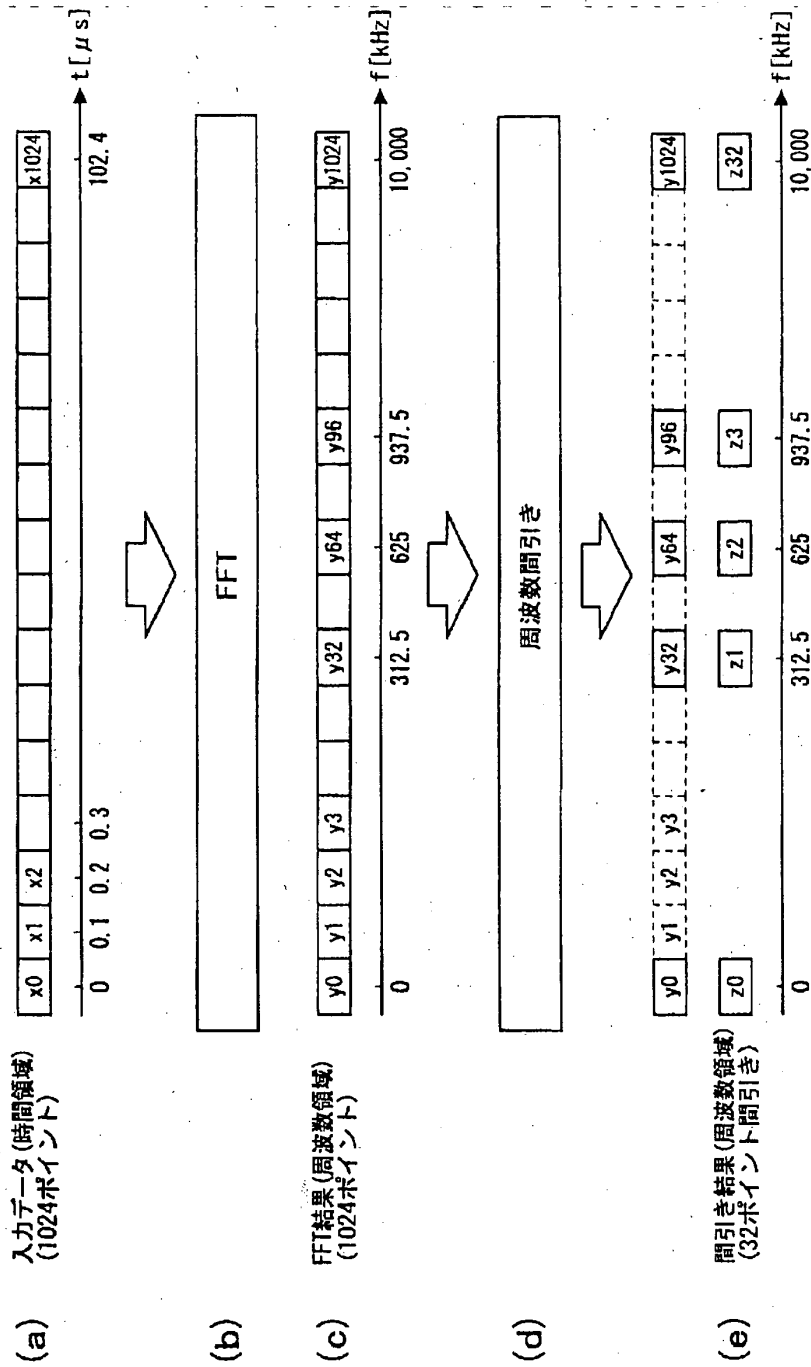




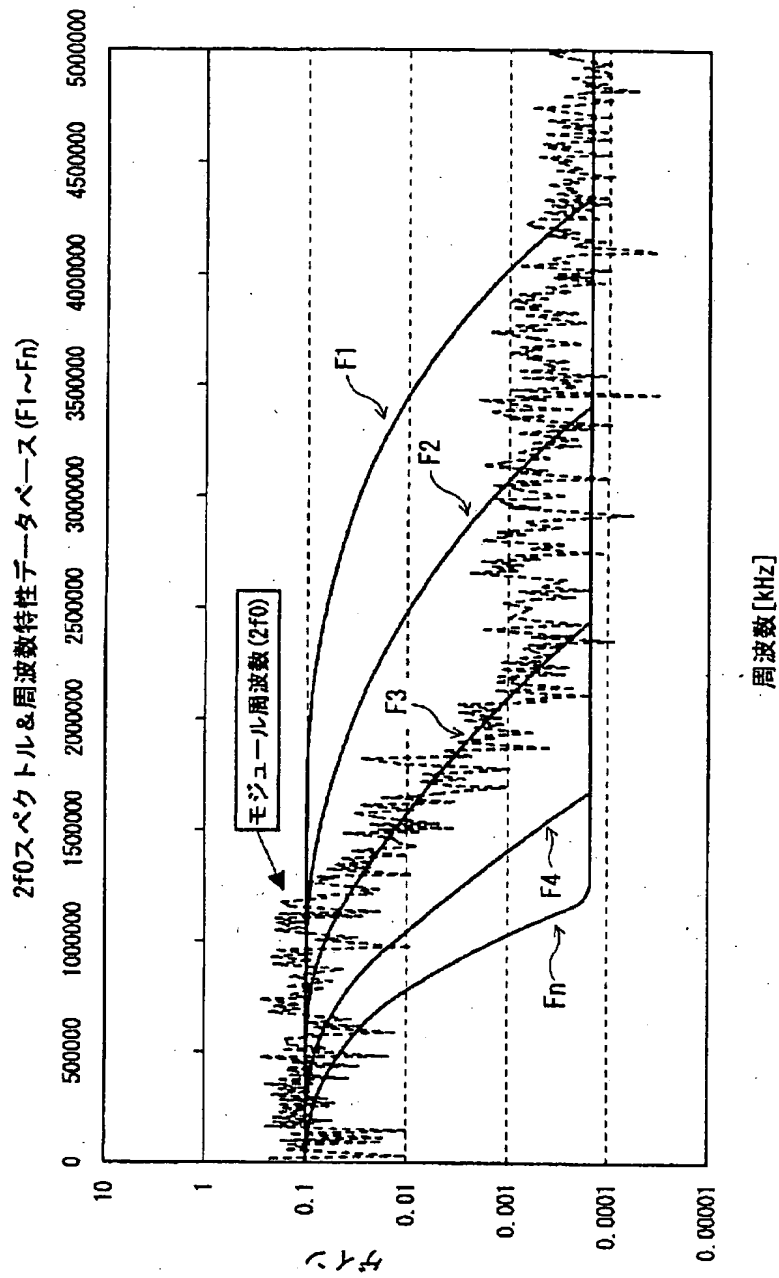
【図 6 3】



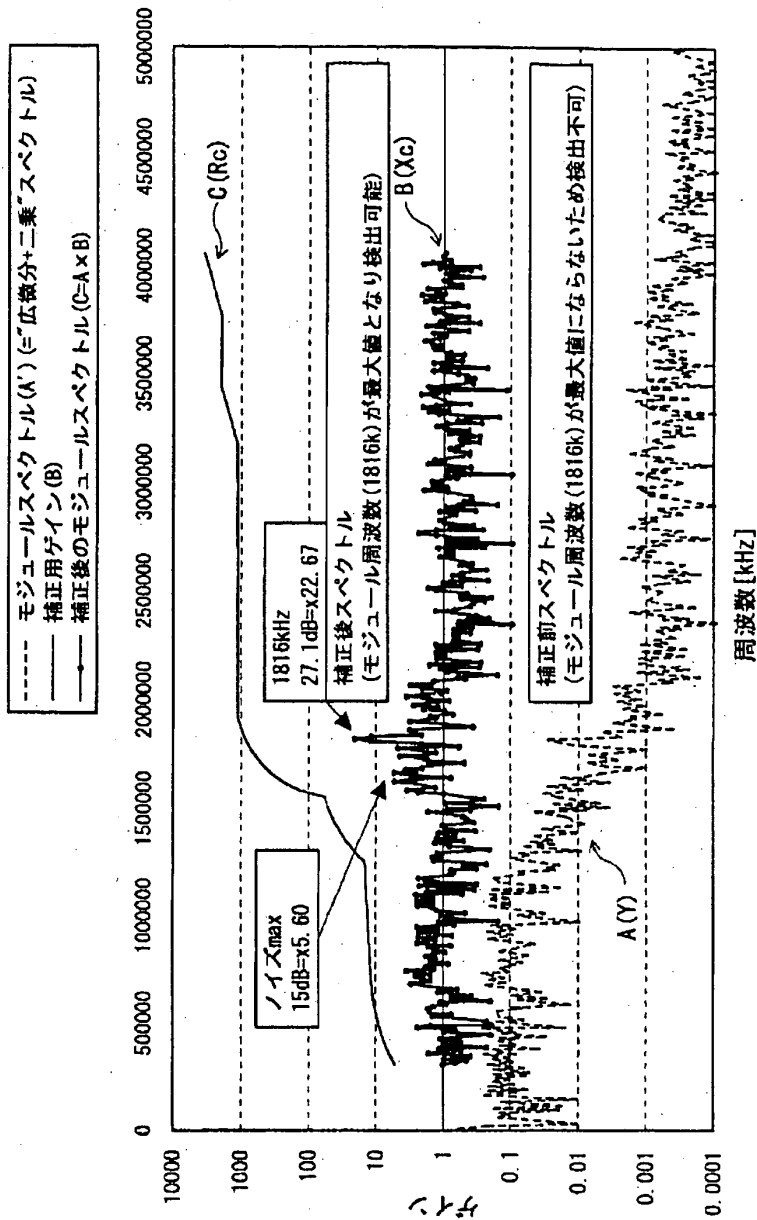
【図 6 4】



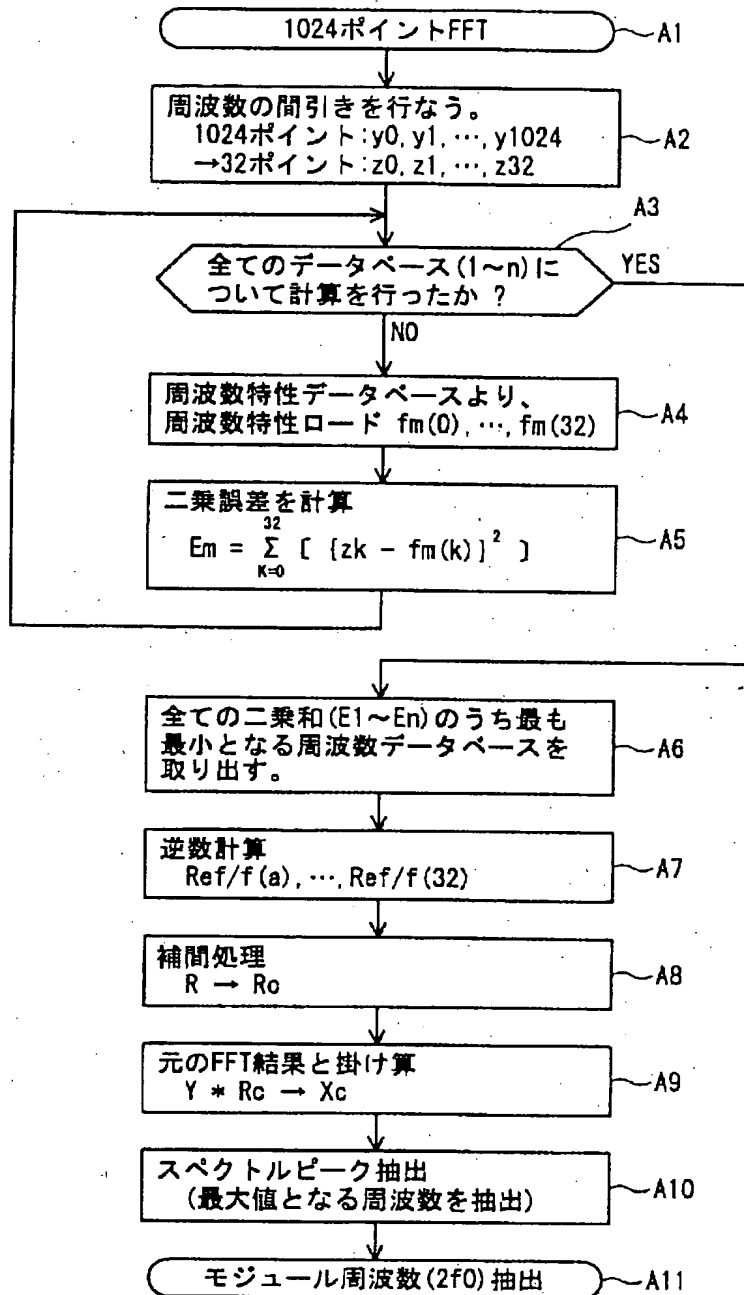
【図 65】



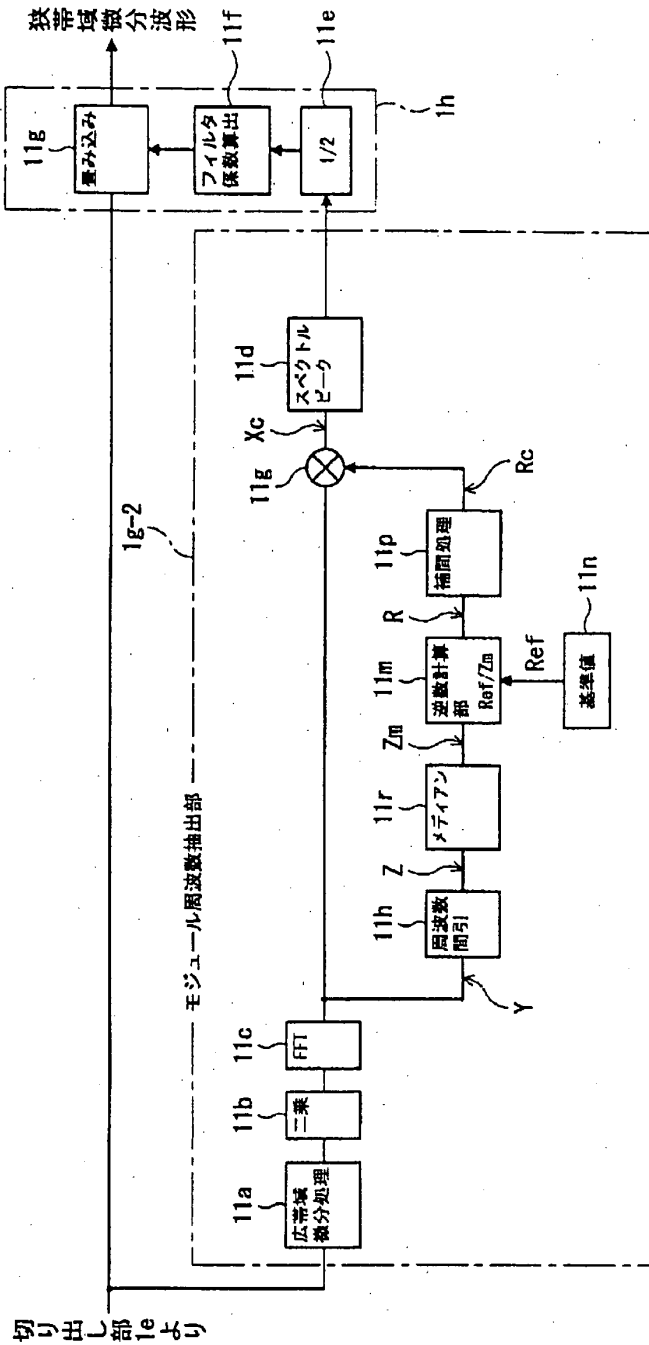
【図 66】



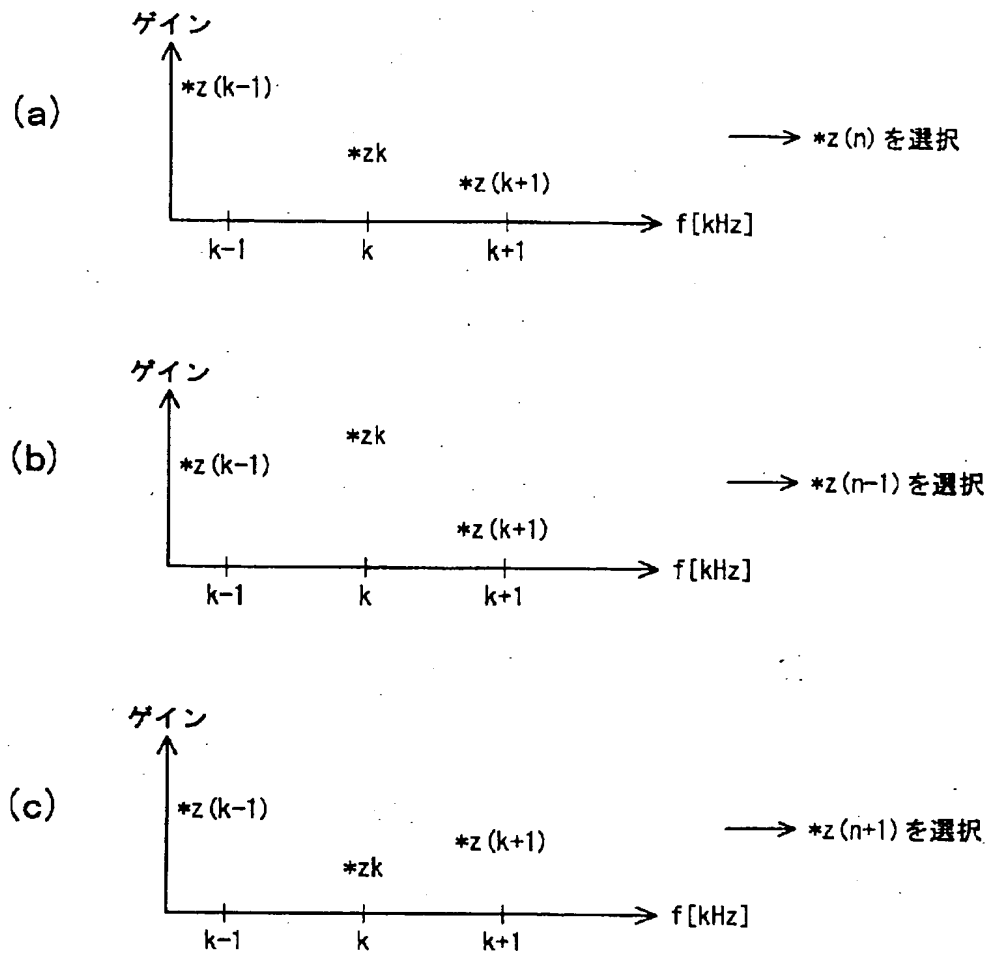
【図 6 7】



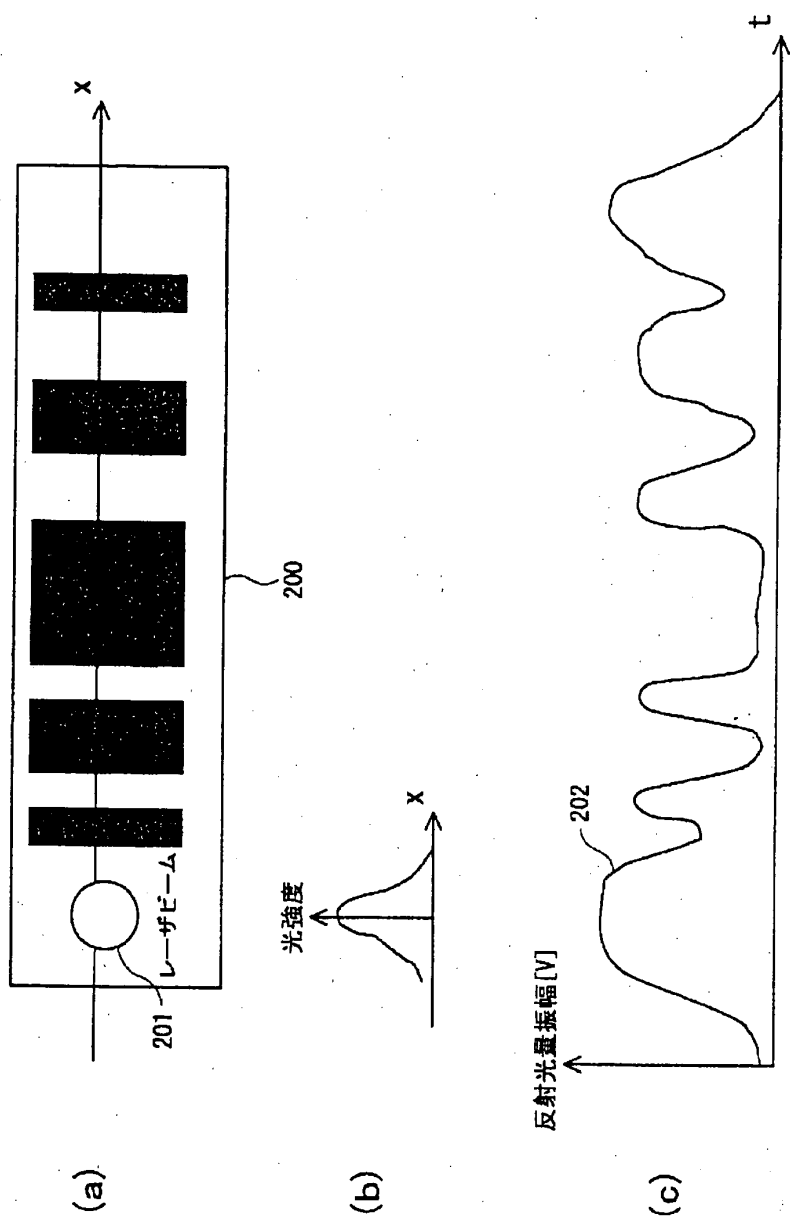
【図68】



【図 6 9】

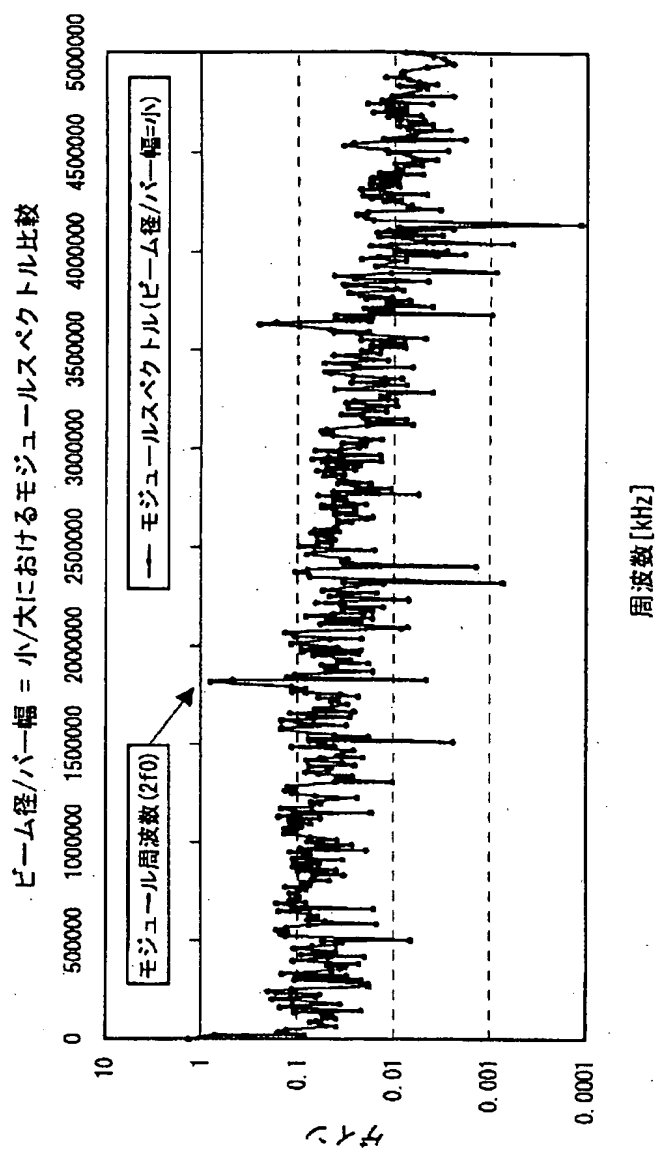


【図70】





【図 7 1】



【図 7 2】

